การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น: กรณีศึกษา

Productivity Improvement of Chilled Pre-cooked Tuna Loin Process: A Case Study

สุวิชาญ เตียวสกุล

Suvichan Teawsakul

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Agro-Industry Technology Management Prince of Songkla University

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น : กรณีศึกษา

ผู้เขียน นายสุวิชาญ เตียวสกุล

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	**คณะกรรมการสอบ**
…….	……..ประธานกรรมการ
(ดร.กันยา อัครอารีย์)	(รองศาสตรจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร)
	……..กรรมการ
	(ดร.กันยา อัครอารีย์)
	……..กรรมการ
	(อาจารย์ มณฑิรา เอียดเสน)
	……..กรรมการ
	(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.มณฑิรา นพรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

……..……

(รองศาสตรจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจาการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ……..

(ดร.กันยา อัครอารีย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ……..

(นายสุวิชาญ เตียวสกุล)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายสุวิชาญ เตียวสกุล)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น: กรณีศึกษา

ผู้เขียน นายสุวิชาญ เตียวสกุล

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

ความไม่สมดุลของสายการผลิตอันเนื่องมาจากการเกิดคอขวด และกำลังการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอส่งผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดสมดุลสายการผลิตของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ซึ่งปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาเกิดคอขวดและมีกำลังการผลิตของขั้นตอนการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมาย นอกจากนี้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล ต่ำกว่าเป้าหมายอีกด้วย จากปัญหาที่เกิดขึ้นได้แบ่งแนวทางการปรับปรุงเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ (1) การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ โดยขั้นตอนการทำเย็นปลา ศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา เพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ พบว่า กำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้นจาก 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 1,537.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง และขั้นตอนการบรรจุปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการวางผังของแผนกบรรจุใหม่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตจาก 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,948.71 กิโลกรัม (2) การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงโดยขั้นตอนการทำเย็นปลาเสนอแนวทางการปรับปรุงด้วยระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการทำเย็นปลาและการละลายปลา พบว่า สามารถทำให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการละลายปลา และขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้น 982.71 และ 1,048.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงตามลำดับ ขั้นตอนการบรรจุปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลาสามารถทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 174.05 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง นอกจากนี้การเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลด้วยการจัดสมดุลแรงงาน ส่งผลให้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเพิ่มจากเดิมร้อยละ 51.42 เป็นร้อยละ 55.10 ซึ่งได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตทำให้ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 78.17 เป็นร้อยละ 89.91 สามารถคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้นให้กับโรงงานกรณีศึกษา 5,451,070.27 บาทต่อปี อีกทั้งยังมีการสร้าง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงาน ภายใต้เงื่อนไขอัตราการผลิตคงที่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบ และจำนวนพนักงานอีกด้วย

Thesis Title	Productivity Improvement of Chilled Pre-cooked Tuna Loin Process: A Case Study
Author	Mr. Suvichan Teawsakul
Major Program	Agro-Industry Technology Management
Academic Year	2012

ABSTRACT

Unbalance of production line due to bottleneck and inconsistency capacity a effects on efficiency of production process. This research aimed to improve efficiency of chilled pre-cooked tuna loin process by line balancing. The factory case study occurred problem such as bottleneck, capacity each step less than target, and percentage of productive labor less than target. According to these problems, efficiency improvement divided into two approaches. Approach (1) was improvement efficiency under resource constraints including cooling step and packing step. Rate of temperature reduction in cooling step was studied for create new cooling program. It was found that capacity of cooling step increased from 1,361.75 kg.rm/hr to 1,537.36 kg.rm/hr. In packing step, new layout was designed. It was found that capacity of packing step increased from 2,534.22 kg.rm/hr to 2,948.71 kg.rm/hr. Approach (2) was improvement efficiency by changing resource constraints. Cooling step was improved by applying conservative energy technique with heat exchange system during water temperature of cooling step and water temperature of thawing step. It was found that capacity of cooling step increased 982.71 kg.rm/hr and 1,048.22 kg.rm/hr respectively. Packing step was also improved with using equipment for packing. It was found that capacity of cooling step increased 174.05 kg.rm/hr. Moreover, balance of labor could be increased percentage of productive labor from 51.42 % to 55.10 % which is determined target. By both of improvement efficiency of production process, percentage of efficiency line balance increased from 78.17 % to 89.91 % which can be increased value to factory case study 5,451,070.27 Baht/year. In addition, decision support system for manpower planning and work scheduling under constantly production rate but changing quantity of raw materials and labor was built as well.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.กันยา อัครอารีย์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในโครงการทุนทักษะนักอุตสาหกรรมเกษตร อาจารย์ มณฑิรา เอียดเสนที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑิรา นพรัตน์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาในการสอบ เสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ และถูกต้องมากขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัท โกลเด้น โอเชี่ยนฟูดส์ จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาและดำเนินงานวิจัยในทุกกระบวนการผลิต และขอขอบพระคุณ คุณชาญชัย อุไรลักษณ์ คุณบัณฑิตย์วงศ์ พิทักษ์วงศ์ คุณโสภณ สันสารา และพนักงานฝ่ายผลิตทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาวิจัยอย่างดียิ่งจนกระทั่งการศึกษาวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติที่สนับสนุนทุนการศึกษาในโครงการทุนทักษะนักอุตสาหกรรมเกษตรให้แก่ข้าพเจ้า เพื่อใช้สำหรับการศึกษาเล่าเรียน และสนับสนุนค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินงานวิจัย

สุวิชาญ เตียวสกุล

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ…….....	(8)
รายการตาราง……..……..	(9)
รายงานภาพประกอบ……	(11)
บทที่	
1 บทนำ…….	1
บทนำต้นเรื่อง……..……	1
การตรวจเอกสาร…….	4
วัตถุประสงค์……...…..…..	34
2 วิธีการวิจัย…….	35
3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง……..…….....	49
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ……...……...	136
บทสรุป……...	136
ข้อเสนอแนะ……	138
เอกสารอ้างอิง……..	140
ภาคผนวก……	145
ประวัติผู้เขียน……...	150

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	สัญลักษณ์แผนภูมิกระบวนการผลิต…….…….	25
2.	การแบ่งขนาดของปลาโอแถบในโรงงานกรณีศึกษา……..	56
3.	ปริมาณการผลิต และแยกตามขนาดของวัตถุดิบในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554…….	56
4.	ร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาด……...	57
5.	จำนวนแรงงานในแต่ละตำแหน่งงานของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น…	60
6.	กำลังการผลิตเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา…….	63
7.	โปรแกรมการทำเย็นของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน……..	74
8.	ระยะเวลาการทำเย็นปลาของวัตถุดิบแต่ละขนาดด้วยโปรแกรมการทำเย็นในปัจจุบัน	75
9.	กำลังการผลิตของขั้นตอนทำเย็นปลาแยกตามขนาดของวัตถุดิบ……	76
10.	ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา……..	79
11.	โปรแกรมทำเย็นปลาใหม่จากผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา….	84
12.	เปรียบเทียบเวลาการทำเย็นปลาด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาเดิม และใหม่……...	85
13.	เปรียบเทียบกำลังการผลิตก่อน และหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ของขั้นตอนการทำเย็นปลาแยกตามขนาดของวัตถุดิบ……	85
14.	จำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา…….	88
15.	ประเภทและจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกของแรงงานในโรงงานกรณีศึกษา……	89
16	ผลการพิจารณาเกณฑ์ประเมินเพื่อปรับลดจำนวนแรงานในแต่ละแผนก…….	92
17.	จำนวนแรงงานก่อน และหลังในหน้าที่งานที่ถูกปรับลดจำนวนแรงงาน…….	99
18.	จำนวนและขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกภายในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา…….	108
19.	พื้นที่การทำงานในแต่ละกิจกรรมในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา…….	109
20.	วิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบัน……..	112
21.	ประสิทธิภาพของการวางผังรูปแบบที่ 1...……...…….…….	115
22.	ประสิทธิภาพของการวางผังรูปแบบที่ 2 ……	115

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

23. ค่าตัวแปรในการคำนวณค่าความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบัน…….. 119
24. ค่าตัวแปรในการคำนวณอุณหภูมิน้ำหลังการทำเย็นปลาในปัจจุบัน……. 120
25. ค่าตัวแปรในการคำนวณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน…….. 121
26. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยประมาณ 123

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.	กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น……	7
2.	ลักษณะการเกิดจุดคอขวดในสายการผลิต……..……..	17
3.	แบบฟอร์มแผนภูมิกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม……..	26
4.	กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา...……	50
5.	สมดุลมวลของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น……	58
6.	กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ…….	62
7.	เปรียบเทียบร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลกับเป้าที่กำหนดของโรงงากรณีศึกษา…	65
8.	เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบแต่ละขนาดของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น……..	66
9.	กราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น…….	68
10.	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาคอขวดของกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม……	70
11.	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหากำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายด้วยแผนภูมิเหตุและผล……..	71
12.	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม……..	72
13.	หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา……..	77
14.	วิธีการวัดอุณหภูมิบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบก้าน…..	77
15.	การลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลา และบริเวณผิวปลาในแต่ละนาที.....	82
16.	ผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลา และใจกลางปลา……	83
17.	แผนภาพการดำเนินงานของแผนกบรรจุ……..	93
18.	อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุชิ้นลอยด์ในปัจจุบัน……	94
19.	อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุเศษปลาในปัจจุบัน……	95

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

20. เปรียบเทียบอัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุชิ้น ลอยด์ก่อนและหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน……. 97
21. เปรียบเทียบอัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุเศษปลาก่อนและหลังหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน……. 98
22. แผนภูมิการไหลของการบรรจุชิ้นลอยด์ในแผนกบรรจุ…….. 104
23. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 1 ในแผนกบรรจุ…….. 105
24. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 2 ในแผนกบรรจุ…….. 106
25. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 3 ในแผนกบรรจุ…….. 107
26. การวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา…….. 108
27. แผนภูมิการไหลในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา…… 110
28. การวางผังใหม่รูปแบบที่ 1 ของแผนกบรรจุ……. 113
29. การวางผังใหม่รูปแบบที่ 2 ของแผนกบรรจุ……. 114
30. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่..... 117
31. เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาก่อน และหลังการใช้ระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน…… 122
32. ขั้นตอนการบรรจุเศษปลาในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา…….. 125
33. อุปกรณ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบรรจุเศษปลา และวิธีการบรรจุเศษปลาด้วยอุปกรณ์… 126
34. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง..... 128
35. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง..... 130
36. รูปแบบของข้อมูลแป้นในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ……. 132
37. รูปแบบของข้อมูลถาวรในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ…… 133
38. ข้อมูลแสดงผลของขั้นตอนการบรรจุในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ…….. 134
39. ข้อมูลแสดงผลประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ……. 135

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิต และผู้ส่งออกอาหารทะเลแปรรูปอันดับต้นๆของโลก โดยเฉพาะปลาทูน่าแปรรูปที่เป็นผู้ส่งออกอันดับหนึ่งด้วยปริมาณการส่งออกมากกว่า 132,125 ตัน มูลค่า 18,716 ล้านบาท ในไตรมาสแรกในปี พ.ศ. 2555 ปริมาณการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันในปี พ.ศ. 2554 (กระทรวงพาณิชย์, 2555) อุตสาหกรรมปลาทูน่าในประเทศไทยส่วนใหญ่มีลักษณะการผลิตเป็นการนำเข้าวัตถุดิบเพื่อการแปรรูป โดยมีการนำเข้าปลาทูน่ามากกว่าร้อยละ 78 (สมาคมอาหารแช่แข็งแห่งประเทศไทย, 2555) จากความต้องการสินค้าปลาทูน่าแปรรูปที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ส่งผลให้อุตสาหกรรมปลาทูน่าแปรรูปมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มการนำเข้าวัตถุดิบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน

ปัจจุบันสภาวะการแข่งขันของอุตสาหกรรมปลาทูน่าแปรรูปในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น อันเป็นผลมาจากราคาวัตถุดิบที่มีความผันผวนรวมถึงการปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะราคาวัตถุดิบปลาโอแถบซึ่งเป็นปลาทูน่าสายพันธุ์หลักในการผลิตทูน่าแปรรูปที่ปัจจุบันราคาสูงกว่า 2,000 เหรียญสหรัฐต่อตันปี พ.ศ. 2555 ที่ผ่านมาจากปกติที่มีราคาประมาณ 1,200 เหรียญสหรัฐ (สมาคมอาหารแช่แข็งแห่งประเทศไทย, 2555) นอกจากนี้การแข่งขันด้านแรงงานเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิตในปัจจุบัน เนื่องมาจากการกำหนดนโยบายค่าแรงขั้นต่ำที่ปรับเป็น 300 บาทต่อวัน ส่งผลให้ต้นทุนด้านแรงงานเพิ่มสูงขึ้นดังนั้นผลกระทบดังกล่าวเป็นอุปสรรคต่อการแข่งขันในโรงงานอุตสาหกรรมปลาทูน่าแปรรูป

ในสภาวะที่ธุรกิจมีความเสี่ยงจากต้นทุนการผลิตด้านวัตถุดิบ และแรงงานเพิ่มสูงขึ้น ผู้ประกอบการจำเป็นต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้มากขึ้น โดยมุ่งเน้นกระบวนการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ การใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเพิ่มผลผลิตให้มากที่สุด ปัญหาส่วนใหญ่ที่มักพบในอุตสาหกรรมการผลิตปลาทูน่าแปรรูปที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เช่น การใช้แรงงานเกินความจำเป็น กำลังการผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ขาดแรงงานที่มีทักษะในการผลิต คุณภาพของวัตถุดิบที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน และข้อจำกัดของเทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ เป็นต้นจากปัญหาข้างต้นผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เพื่อสามารถดำเนินกิจการได้ในสภาวะการแข่งขันในปัจจุบัน

สถานประกอบการผลิตปลาทูน่าแปรรูปที่เลือกเป็นโรงงานกรณีศึกษา ดำเนินธุรกิจในการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นเพื่อเป็นปลาทูน่าแปรรูปบรรจุกระป๋องโดยมีวัตถุดิบหลักคือ ปลาโอแถบ จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในกระบวนการผลิต พบว่า มีการกำหนดกำลังการผลิตเป้าหมาย 30ตันวัตถุดิบต่อวัน แต่ในปัจจุบันมีกำลังการผลิตประมาณ 25 ตันวัตถุดิบต่อวันซึ่งกำลังการผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด เมื่อพิจารณากำลังการผลิตแยกในแต่ละขั้นตอนการผลิต พบว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีกำลังการผลิตไม่เท่ากัน โดยบางขั้นตอนมีกำลังการผลิตสูง ในขณะที่บางขั้นตอนมีกำลังการผลิตต่ำ ทำให้เกิดจุดคอขวดในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต คือ เกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process) มาก สายการผลิตขาดความต่อเนื่อง และเกิดการว่างงานของแรงงาน เป็นต้นนอกจากนี้ โรงงานกรณีศึกษามีลักษณะการผลิตที่ต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) เป็นตัวชี้วัดด้านประสิทธิภาพที่สำคัญ โดยหนึ่งในตัวชี้วัดของผลิตภาพแรงงานที่สำคัญของโรงงานปลาทูน่าแปรรูป คือ ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล (% Productive Labor) โรงงานกรณีศึกษามีการกำหนดเป้าหมายของร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลที่กำหนดที่ร้อยละ 55.00 แต่ในปัจจุบันมีร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลที่ร้อยละ 51.42 ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ โรงงานกรณีศึกษาจึงต้องลดแรงงานในขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแล้วนำไปเพิ่มแรงงานในขั้นตอนที่ก่อให้เกิดมูลค่าการผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตภายใต้แรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัด

จากปัญหาดังกล่าว ส่งผลทำให้โรงงานกรณีศึกษาต้องหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพต่างๆ เช่น การปรับปรุงวิธีการทำงาน การปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน การปรับปรุงผังโรงงาน เทคนิคการจัดการเพื่ออนุรักษ์พลังงาน มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต หลังจากนั้นนำหลักการการจัดสมดุลสายการผลิตมาทำให้กำลังการผลิตแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องกัน ส่งผลให้โรงงานกรณีศึกษาสามารถเพิ่มผลผลิตได้ตามเป้าหมายที่กำหนดนำไปสู่การตอบสนองความต้องการ และสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้เพิ่มขึ้น

การตรวจเอกสาร

1. การแปรรูปปลาทูน่า (Tuna Processing)

ปลาทูน่าแปรรูป หมายถึง ปลาทูน่าชนิดต่างๆที่ผ่านกรรมวิธี หรือกระบวนการผลิตโดยผ่านขั้นตอนการผลิต ได้แก่ การทำให้สุก การทำความสะอาด และการบรรจุ เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า ทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง (Canned Tuna) และผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าไม่บรรจุกระป๋อง (Non-Canned Tuna) (Bratt *et al.,* 2009)

1.1 วัตถุดิบของปลาทูน่าแปรรูป

วัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปปลาทูน่ามีด้วยกันหลายชนิดซึ่งได้มาจากสองแหล่ง คือ การจับภายในประเทศ และการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยการจับภายในประเทศได้มาจากการประมง ได้แก่ ปลาท้องแถบ ปลาครีบเหลือง และปลาครีบยาว เป็นต้น ส่วนการนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ปลาครีบยาว ปลาครีบน้ำเงิน ปลาตาโต ปลาโอดำ และปลาโอลาย โดยส่วนใหญ่การนำเข้าจากต่างประเทศจะอยู่ในรูปปลาทูน่าแช่เย็น หรือแช่เยือกแข็ง ซึ่งวัตถุดิบที่เป็นปลาทูน่าแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้ (อัจฉริยา เชื้อช่วยชู, 2544); (Bratt และคณะ, 2009); (บวร กิติไพศาลนนท์, 2551); (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

1.1.1 ปลาโอแถบ (Skipjack)

ปลาโอแถบเป็นสายพันธุ์ที่มีอยู่อย่างมากมาย และจำหน่ายมากเป็นอันดับแรก ปลาทูน่าพันธุ์นี้มีขนาดเล็ก ลำตัวยาว 18-32 นิ้ว และน้ำหนัก 3-7 กิโลกรัม อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิ 15-25 องศาเซลเซียส ลักษณะโดยทั่วไป เป็นปลาที่มีเนื้อน้อย และมีสีเข้ม จัดเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่าพันธุ์ปลาครีบยาว และปลาครีบเหลือง

1.1.2 ปลาครีบเหลือง (Yellow-fin)

ปลาครีบเหลืองเป็นสายพันธุ์ที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง และจำหน่ายมากเป็นอันดับสอง โดยลักษณะของปลาทูน่าพันธุ์นี้มีขนาดลำตัวยาว 27-60 นิ้ว และน้ำหนักตั้งแต่ 7-25 กิโลกรัม อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 18-30

องศาเซลเซียส ลักษณะโดยทั่วไปจะเป็นปลาที่มีสีเข้มน้อย และมีปริมาณเนื้อปลามากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จึงเป็นที่นิยมนำปลาทูน่าสายพันธุ์นี้มาผลิตเป็นปลาทูน่ากระป๋อง

1.1.3 ปลาครีบยาว (Albaore)

ปลาครีบยาวเป็นสายพันธุ์ที่ผู้ประกอบการไทยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง และจำหน่ายมากเป็นอันดับสาม ลักษณะของปลาทูน่าสายพันธุ์นี้คือ มีขนาดลำตัวยาว 15-36 นิ้ว และน้ำหนักตั้งแต่ 4-15 กิโลกรัม เป็นปลาที่สามารถอยู่ได้ทั้งผิวน้ำที่มีอุณหภูมิ 15-19 องศาเซลเซียส และในน้ำลึกที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 13-25 องศาเซลเซียส ปลาครีบยาวเป็นสายพันธุ์เดียวที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาทูน่าเนื้อขาวบรรจุกระป๋อง และเป็นสายพันธุ์ที่จัดว่าเป็นวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงที่สุดเพื่อใช้ในการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

1.1.4 ปลาตาโต (Big-Eye)

ปลาตาโตเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมบริโภคแบบสด หรือดิบมากกว่านำมาบรรจุกระป๋อง โดยส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังตลาดญี่ปุ่นเพื่อนำไปจำหน่ายในตลาดสด เป็นปลาที่มีขนาดลำตัวยาวตั้งแต่ 35-72 นิ้ว และมีน้ำหนักระหว่าง 4-16 กิโลกรัม พบได้ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 13-29 องศาเซลเซียส

1.1.5 ปลาครีบน้ำเงิน (Blue-Fin)

ปลาครีบน้ำเงินเป็นสายพันธุ์ที่มีความสำคัญน้อยสำหรับอุตสาหกรรมการแปรรูปปลาทูน่าในประเทศไทย และเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ที่สุด โดยปลาทูน่าสายพันธุ์นี้แบ่งเป็นสองชนิด คือปลาทูน่าครีบน้ำเงินใต้ (Southern Blue-Fin) มีขนาดลำตัวยาวตั้งแต่ 60-80 นิ้ว และมีน้ำหนัก 40-130 กิโลกรัม และปลาครีบน้ำเงินเหนือ (Northern Blue-Fin) จะมีขนาดใหญ่กว่ามาก โดยอาจจะมีน้ำหนักสูงถึง 750 กิโลกรัม ปลาครีบน้ำเงินเป็นสายพันธุ์ที่ไม่นิยมบรรจุกระป๋องเพราะมีสีเข้มเกินไป ส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังตลาดสดประเทศญี่ปุ่น

1.1.6 ปลาโอดำ (Tongol)

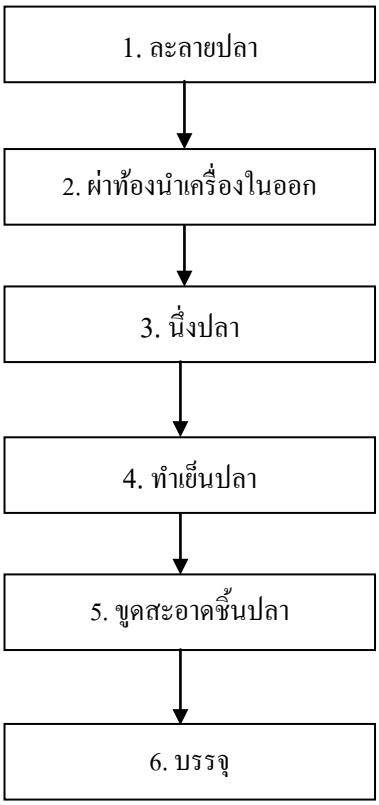
ปลาโอดำเป็นสายพันธุ์ที่สามารถพบได้ตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย และเป็นปลาที่มีขนาดเล็ก โดยมีลำตัวยาวเพียง 70-130 เซนติเมตร และน้ำหนัก 1-5 กิโลกรัม จัดอยู่ในประเภทปลาเนื้อขาวที่มีรสชาติดีมาก เนื้อสัมผัสให้ความแน่นคงที่ แต่มีอุตสาหกรรมการแปรรูปปลาสายพันธุ์นี้ปริมาณน้อย

1.1.7 ปลาโอลาย (Bonito)

ปลาโอลายเป็นสายพันธุ์ที่สามารถพบได้ตามชายฝั่งทะเลของประเทศไทย และมีขนาดเล็กเช่นเดียวกัน คือยาว 18-32 นิ้ว และหนัก 1-4 กิโลกรัม ส่วนใหญ่จะนำมาแช่เย็นและแช่แข็งโดยตัดหัวปลา และผ่าท้องนำเครื่องในออกเพื่อจำหน่าย

1.2 กระบวนการผลิตปลาทูน่าแปรรูป

กระบวนการผลิตปลาทูน่าแปรรูป ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง ขวดแก้ว ถุงเพาวซ์ (Pouch) และชิ้นลอยด์ (Tuna Loin) มีขั้นตอนการผลิตหลักที่เหมือนกัน ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1 (บวร กิติไพศาลนนท์, 2552)



ภาพที่ 1. กระบวนการผลิตปลาทูน่าแปรรูป

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมประมง (2552)

1.2.1 การรับวัตถุดิบ (Receiving Raw Material)

การรับวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และการคัดขนาดวัตถุดิบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1.1 การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

ก่อนการนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตจะต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของปลาคือเหงือกตาผิวหนังและความยืดหยุ่นของเนื้อปลาต้องอยู่ในสภาพที่ดีไม่มีลักษณะเสื่อมคุณภาพ และการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี โดยมีรายละเอียดของการตรวจประเมินคุณภาพ ดังนี้

ก. ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ เพื่อประเมินคุณภาพของวัตถุดิบเบื้องต้น เช่น ชนิด สภาพปลา อุณหภูมิ และความสดของปลา เป็นต้น หลังจากนั้นคัดแยกปลาที่ไม่ได้คุณภาพออก เช่น ปลาที่บอบช้ำอย่างรุนแรง เหม็นเปรี้ยวและเน่าเสีย (เฉพาะในกรณีปลาสด)

ข. สุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้บริโภค เช่น ปรอท ฮีสตามีน เป็นต้น โดยความถี่ในการสุ่มตรวจขึ้นกับประวัติการควบคุมคุณภาพปลา และความเสี่ยงในการตรวจพบสารดังกล่าว

1.2.1.2 การคัดขนาดวัตถุดิบ

ในการคัดขนาดของวัตถุดิบพนักงาน ณ จุดเตรียมวัตถุดิบนำวัตถุดิบที่ได้ผ่านการตรวจสอบทั้งคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี เข้าสู่ขั้นตอนการคัดขนาดวัตถุดิบ ซึ่งมีขั้นตอนการคัดขนาดวัตถุดิบตามลำดับดังนี้

1) รับวัตถุดิบนำปลาลงจากรถบรรทุก โดยเทลงบนสายพานสำหรับคัดขนาดปลา

2) เทปลาที่ได้รับการคัดขนาดลงในบ่อปลาแต่ละถังเพื่อดำเนินการกำหนดรุ่นการผลิต หากระหว่างกระบวนการ อุณหภูมิปลามากกว่า 5 องศาเซลเซียส ให้ใช้น้ำแข็งกลบตัวปลาเป็นชั้น ๆ เพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิปลา

1.2.2 การละลายปลา (Thawing)

โดยทั่วไปปลาทูน่าที่เข้าสู่กระบวนการผลิตจะอยู่ในสภาพปลาแช่แข็ง จึงต้องนำมาละลายในบ่อละลายปลา ซึ่งเวลาที่ใช้ในการละลายปลาจะขึ้นอยู่กับขนาดของปลา (Chaverri, 1999) ซึ่งมีขั้นตอนการละลายปลาตามลำดับดังนี้

1) วัตถุดิบนำปลาแช่แข็งที่คัดขนาดแล้วใส่ในถังละลายปลา แยกตามขนาดปลา จัดถังละลายปลาเข้าตำแหน่งละลาย

2) เสียบสายยางน้ำเข้าให้ถึงก้นถังละลายปลา เปิดน้ำใส่ถังละลายปลาจนเต็ม จัดสายยางน้ำออกอยู่ในรางระบายน้ำปล่อยให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา บันทึกเวลาการเปิดน้ำในรายงานการละลายปลาเวลาที่ใช้ในการละลายขึ้นอยู่กับขนาดของปลา ตามตารางเวลามาตรฐานของขั้นตอนการละลายปลาโอแถบ (รายละเอียดแสดงในตารางผนวกที่ ก2)

3) ระหว่างละลายปลาพนักงานตรวจสอบคุณภาพ ทำการสุ่มปลาจากด้านล่างของถังละลายปลา วัดอุณหภูมิใจกลางตัวปลา ทุกๆ 30 นาที เมื่ออุณหภูมิได้ (-4)-0 องศาเซลเซียสให้แจ้งพนักงานวัตถุดิบปิดน้ำและบันทึกเวลาที่ปิดน้ำละลายปลาก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการผ่าท้องเพื่อนำเครื่องในออก พนักงานรับวัตถุดิบทำการวัดอุณหภูมิใจกลางตัวปลาอีกครั้ง

1.2.3 การผ่าท้องนำเครื่องในออก (Butchering)

ปลาที่ผ่านกระบวนการละลายน้ำแข็งจะนำมาผ่าท้องนำเครื่องในออก และล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ส่งผลต่อคุณภาพปลา ปลาที่ผ่าท้องแล้วต้องดึงเครื่องในปลาออกให้หมด คัดสิ่งแปลกปลอม เช่นเบ็ด เชือกฟาง เป็นต้น หลังจากนั้นพนักงานตรวจสอบคุณภาพปลาทำการทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) ได้แก่ การดมปลา หากพบปลาไม่ได้คุณภาพ ต้องคัดแยกปลาที่เน่าเสียหรือมีกลิ่นผิดปกติออก และจะต้องไม่นำมาผลิต หลังจากนั้นนำปลาที่ผ่านการผ่าท้องนำเครื่องในออก และตรวจสอบคุณภาพแล้วจัดเรียงลงบนตะแกรงเพื่อทำการนึ่ง ควบคุมเวลา (Delay time) ตั้งแต่สิ้นสุดการละลาย (นับจากเวลาที่เริ่มปล่อยน้ำออกจากถังละลายปลา) จนถึงการนำปลาเข้าตู้นึ่ง (เริ่มเปิดไอน้ำ) น้อยกว่า 2 ชั่วโมง สำหรับปลาน้ำหนักน้อยกว่า 5

กิโลกรัม หรือน้อยกว่า 4 ชั่วโมง สำหรับปลาน้ำหนัก 5 กิโลกรัมขึ้นไปแต่หากอุณหภูมิปลามากกว่า 5 องศาเซลเซียสต้องนำเข้าตู้นึ่งภายใน 1 ชั่วโมง (กรมประมง, 2553)

1.2.4 การนึ่งปลา (Pre-Cooking)

ในการนึ่งปลา พนักงานทำการนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ (Retort) ที่อุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียสความดันประมาณ 1 - 2 บาร์เป็นเวลา 60 - 90 นาทีเวลาและอุณหภูมิในการนึ่งปลาขึ้นอยู่กับขนาด และชนิดของปลาโดยกำหนดค่าอุณหภูมินึ่งตามตารางกำหนดอุณหภูมิหม้อนึ่ง และกำหนดเวลาที่ใช้ในการนึ่งตามตารางเวลามาตรฐานของขั้นตอนการนึ่งปลาโอแถบ (รายละเอียดแสดงในตารางผนวกที่ ก3) การนึ่งปลาเป็นการทำให้หนัง และกระดูกปลาแยกออกจากเนื้อปลา ส่งผลทำให้ขั้นตอนการขูดสะอาดเนื้อปลาออกได้ง่ายอีกทั้งเป็นการเพิ่มความเหนียว และการตกตะกอนของโปรตีนอีกด้วย (Zhang *et al.,* 2002) หลังจากครบระยะเวลาการนึ่งแล้ว พนักงานทำการตรวจสอบอุณหภูมิใจกลางปลาซึ่งจะต้องได้อุณหภูมิเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส

1.2.5 การทำเย็นปลา (Cooling the Pre-Cooked Fish)

การทำเย็นปลามีวัตถุประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิตัวปลาให้ต่ำลง และป้องกันการเกิดความร้อนระอุจากการนึ่ง (Overcooking) ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของปลาและส่งผลต่อร้อยละผลผลิตที่ได้ (% Yield) เนื่องจากน้ำระเหยเป็นไอออกจากตัวปลา นอกจากนี้ไขมัน และน้ำมันในตัวปลาจะมารวมกันอยู่ที่บริเวณชั้นผิวหนังปลา เพื่อง่ายต่อขั้นตอนการขูดหนังปลา (Zhang *et al.,* 2002) หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการนึ่งปลาแล้ว พนักงานลำเลียงรถเข็นปลามายังบริเวณหัวฉีดพ่นน้ำเพื่อทำเย็นปลา โดยพนักงานควบคุมห้องทำเย็นปลาเปิดปั๊มน้ำเข้าท่อเพื่อจ่ายน้ำไปยังหัวฉีดในแต่ละตำแหน่ง และควบคุมระยะเวลาการเปิดปิดน้ำ ในระหว่างการทำเย็น พนักงานควบคุมห้องทำเย็นปลาติดตามตรวจสอบอุณหภูมิของปลาเป็นระยะๆ จนได้อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 35 – 40 องศาเซลเซียส โดยสุ่มปลาอย่างน้อย 6 ตัวต่อรอบการผลิต เมื่อได้อุณหภูมิตามที่กำหนดแล้วจึงนำออกจากห้องทำเย็นปลาไปยังห้องขูดปลา เพื่อดำเนินการขูดหนัง และขูดสะอาดต่อไป

1.2.6 การขูดสะอาดชิ้นปลา (Loin Cleaning)

ปลาที่ผ่านการนึ่งสุก และทำเย็นปลาเพื่อลดอุณหภูมิปลาลงแล้ว นำมาขูดสะอาดชิ้นปลาให้เหลือเพียงเนื้อปลาที่สะอาด และพร้อมสำหรับการบรรจุ ในการผลิตตามหลักกรมประมง (พ.ศ. 2552) จะต้องควบคุมเวลาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 6 ชั่วโมง ตั้งแต่ปิดไอน้ำของหม้อนึ่งปลาจนกระทั่งขูดสะอาดเสร็จสิ้น การขูดสะอาดชิ้นปลา แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การขูดหนัง และการขูดสะอาด ซึ่งมีขั้นตอนของการขูดที่แตกต่างกันตามลำดับดังนี้

1.2.6.1 การขูดหนัง (Skinning)

ในการขูดหนัง หลังจากอุณหภูมิใจกลางตัวปลาอยู่ระหว่าง 35 – 40 องศาเซลเซียส พนักงานขูดหนังนำตะแกรงปลาขึ้นโต๊ะเพื่อดำเนินงานขูด โดยพนักงานขูดหนังจะหักหัวปลา หางปลา กระดูก และก้างออก แยกสิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับตัวปลา หลังจากนั้นเก็บชิ้นเนื้อที่หัวปลาออกให้หมด พนักงานขูดหนังใช้มีดขูดหนังปลาออกให้หมด โดยขูดขึ้น – ลง ให้แรงกดมีดพอประมาณ จนกว่าหนังจะหลุดออกมาจนหมดทั้งตัวปลา ต่อมาใช้มีดขูดครีบปลาด้านบนออก โดยใช้มีดขูดจากปลายหางขึ้นไปยังส่วนหัว จนครีบปลาหลุดออกหมด ในส่วนบริเวณส่วนท้องให้หงายตัวปลาขึ้น แล้วใช้มีดขูดจากส่วนปลายหางขึ้นไป เพื่อให้หนังบริเวณท้องหลุดออก

1.2.6.2 การขูดสะอาด (Cleaning)

ก่อนการขูดสะอาดพนักงานขูดจะต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของการขูดหนัง ซึ่งปลาจะต้องปราศจากหนัง เกล็ด และครีบปลา เพื่อพร้อมสำหรับการขูดสะอาด หลังจากนั้นพนักงานขูดจะนำปลาที่ขูดหนังแล้วมาขูดสะอาด โดยการนำปลามาแบ่งออกเป็น 2 ซีก และใช้มีดกรีดแบ่งครึ่งอีกครั้ง (1 ตัว แบ่งได้ 4 ชิ้น) พนักงานขูดสะอาดจับปลาในลักษณะหันส่วนหัวขึ้น แล้วใช้มีดขูดตรงตำแหน่งเลือดออก และใช้สันมือข้างที่จับมีดถูบริเวณร่องเลือดของปลาให้สีของเนื้อปลาสม่ำเสมอ จากนั้นแยกก้างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 มิลลิเมตร ยาวมากกว่า 3 เซนติเมตร ออกให้หมด ในระหว่างการขูดสะอาด หากตรวจพบสีผิดปกติ กลิ่นผิดปกติ หรือเนื้อปลาที่มีลักษณะเป็นรูพรุน (Honey Comb) ต้องแยกชิ้นปลาเหล่านั้นออก ระมัดระวังไม่ให้เศษหนัง เกล็ดปลา ก้างปลา และส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช้ในการบริโภคปลอมปนในเนื้อปลาที่ผ่านการขูดสะอาด

แล้ว (บวร กิติไพศาล, 2552) สิ่งที่ได้จากการขูดสะอาด ได้แก่ ชิ้นลอยด์ หรือทูน่าลอยด์ (Tuna loin) และเศษเนื้อปลาหรือปลาแมว (Tuna flake)

ลักษณะการขูดสะอาดของปลาขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ซึ่งลักษณะการขูดสะอาดชิ้นปลาโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ Double cleaning, Single cleaning และ Single half ซึ่งมีลักษณะการขูดสะอาดปลาที่แตกต่างกัน ดังนี้ (จักพงศ์ รักษ์งาม, 2551)

ลักษณะที่ 1 Double cleaning คือ การขูดสะอาดชิ้นปลาให้สะอาดที่สุด โดยมีร่องเลือดสีชมพูอ่อนๆ และมีสีผิวเหลืองของชิ้นเนื้อได้ประมาณร้อยละ 10

ลักษณะที่ 2 Single cleaning คือ การขูดสะอาดชิ้นปลาให้สะอาดปานกลาง โดยมีร่องเลือดสีชมพู และมีสีผิวเหลืองได้เล็กน้อย – ปานกลาง ประมาณร้อยละ 30

ลักษณะที่ 3 Single half หรือ Natural ratio คือ การขูดสะอาดชิ้นปลา โดยเอาเฉพาะหัว หนัง และก้างออกเท่านั้น และมีสีผิวเหลืองได้

1.2.7 การบรรจุ (Packing)

ชิ้นลอยด์ที่ผ่านกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาจะถูกนำมาบรรจุลงถุงบรรจุเนื้อซึ่งเป็นถุงพลาสติกประเภทโพลีเอทธาลีน (Polyethylene: PE) โดยพนักงานฝ่ายบรรจุรับเนื้อปลาที่ขูดสะอาดมาตรวจสอบคุณภาพ และตรวจแยกสิ่งแปลกปลอมก่อนการบรรจุเนื้อปลา หากไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดให้ส่งคืนแผนกขูดสะอาดแก้ไข ส่วนชิ้นลอยด์ที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดจะถูกบรรจุลงถุงบรรจุเนื้อปลา จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักตามปริมาณที่กำหนดของลูกค้า และปิดผนึกถุงบรรจุด้วยเครื่องปิดผนึกสุญญากาศ (Vacuum sealing machine) ตรวจสอบรอบปิดผนึกไม่ให้ขาดรั่ว พนักงานฝ่ายบรรจุนำชิ้นลอยด์ที่ปิดผนึกถุงแล้วไปผ่านเครื่องตรวจจับโลหะพร้อมสำหรับการแช่เย็นต่อไป

1.2.8 การแช่เย็น (Chilling)

เนื้อปลาทูน่านึ่งที่บรรจุถุงแล้วจะถูกลำเลียงไปยังถังดองน้ำแข็ง โดยเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแต่ละถุงถูกจัดเรียงลงในถังดองน้ำแข็ง แล้วตามด้วยการเทน้ำแข็ง และโรยเกลือเม็ดให้ครอบคลุมทั่วทั้งถุงสินค้าเป็นชั้นๆสลับกันจนเต็มถังดองน้ำแข็ง พนักงานแช่เย็นควบคุมอุณหภูมิของเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกไม่ให้เกิน 10 องศาเซลเซียสจากนั้นลำเลียงถังดองน้ำแข็งไปยังรถบรรทุกเพื่อทำการขนส่งให้แก่ลูกค้า

2. การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

การจัดสมดุลการผลิตเป็นเครื่องมือหรือเทคนิคที่เกิดขึ้นมานานแล้วในยุคอุตสาหกรรมเริ่มแรก โดยกล่าวถึงความสอดคล้องของสายการผลิตด้านต่างๆ อาทิ กำลังการผลิต จำนวนแรงงาน หรือเครื่องมือเครื่องจักรเป็นต้น เป็นเครื่องมือที่มุ่งเน้นขจัดปัญหาความไม่สมดุลกันของอัตราการผลิตในแต่ละกระบวนการที่มีสาเหตุจากการเกิดคอขวดในสายการผลิต ในที่นี้จะอธิบายถึงลักษณะของกำลังการผลิต ลักษณะคอขวดในสายการผลิต และเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำลังการผลิต (Capacity)

2.1.1 ความหมายของกำลังการผลิต

เสรี สมนาแซง (2553); Investopedia™ (2012) และ Murray (2012) ได้อธิบายความหมายของกำลังการผลิตว่า ปริมาณของผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างหรือผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือองค์กร ซึ่งใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน และมีอัตราสูงสุดที่ระบบการผลิตสามารถผลิตได้เต็มความสามารถในช่วงเวลาหนึ่งของการดำเนินงาน

นอกจากนี้ทวิจันทร์ สุนทราจารย์ (2551) ได้อธิบายความหมายของกำลังการผลิตว่า เป็นขีดความสามารถของคนงาน เครื่องจักร หน่วยผลิต แผน หรือองค์กรในการผลิตผลผลิตต่อหน่วยเวลาเป็นปริมาณของงานที่สามารถทำได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนดไว้ กำลังการผลิตเป็นอัตราการทำงานไม่ใช่ปริมาณของงานที่ทำได้

2.1.2 ลักษณะของกำลังการผลิต

Averkamp (2005); Journy และคณะ (2007) ได้อธิบายถึงลักษณะของกำลังการผลิตว่า เป็นลักษณะของความสามารถในการผลิตในช่วงเวลาที่กำหนดภายใต้ข้อจำกัด และความพร้อมของ พื้นที่ เครื่องจักร แรงงาน วัสดุ หรือทุน เป็นต้น โดยมีลักษณะของกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 กำลังการผลิตทางทฤษฎี

กำลังการผลิตทางทฤษฎี (Theoretical Capacity) เป็นระดับกิจกรรมหรืองานที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งสามารถดำเนินงานภายใต้ความพร้อมของทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุด เครื่องมือเครื่องจักร และวิธีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้สายการผลิตดำเนินอย่างราบรื่น และมีความต่อเนื่อง นำไปสู่การเกิดปริมาณผลผลิตของกิจกรรมหรืองานมากที่สุด

2.1.2.2 กำลังการผลิตทางปฏิบัติ

กำลังการผลิตทางปฏิบัติ (Practical Capacity) เป็นระดับของงานสูงสุดที่โรงงานอุตสาหกรรมสามารถดำเนินงานภายใต้ระดับประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ โดยคำนึงถึงความสูญเสียที่ต้องหลีกเลี่ยง เช่น เวลาที่ให้ประสิทธิผล (Productive Time) ซึ่งเรียกอีกอย่างว่าเป็น กำลังการผลิตสูงสุดในทางปฏิบัติ (Maximum Practical Capacity)

2.1.2.3 กำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง

กำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Actual Capacity) เป็นลักษณะของกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นสอดคล้องเป็นไปตามการวางแผนการผลิตที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วงเวลา และผลผลิตที่ได้เป็นไปตามปริมาณ และระยะเวลาที่กำหนดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ในสายการผลิตนั้นๆ

2.1.2.4 กำลังการผลิตในการดำเนินงาน

กำลังการผลิตในการดำเนินงาน (Operating Capacity) เป็นลักษณะของกำลังการผลิตที่คล้ายคลึงกับกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง แตกต่างกันตรงที่ช่วงเวลาในการวางแผนกำลังการผลิตมีระยะเวลาที่สั้นลง เช่น ต่อวัน หรือต่อเดือน เป็นต้น

2.1.3 การคำนวณกำลังการผลิต

ทวิจันทร์ สุนทราจารย์ (2551); เสรี สมนาแซง (2553) และ Goldratt (2010) ได้กล่าวถึงการคำนวณกำลังการผลิตไว้ว่า เป็นการวัดประสิทธิภาพการผลิต หรือความสามารถในการผลิตในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อนำไปสู่การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) โดยการคำนวณกำลังการผลิตจะคำนวณจากกระบวนการผลิต หรือขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดคอขวด (Bottleneck) (ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป) ของสายการผลิตนั้นๆ เป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของกำลังการผลิตที่แท้จริง การคำนวณกำลังการผลิตที่นิยมใช้ ได้แก่ การคำนวณอัตราการผลิตซึ่งสามารถใช้ได้กับทุกๆสายการผลิต และยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการศึกษาการทำงานได้เป็นอย่างดีโดยคำนวณจากสูตร (เกียรติขจร โฆมานะสิน, 2550)

$$\text{อัตราการผลิต (Production Rate)} = \frac{\text{ปริมาณการผลิตที่ทำได้}}{\text{จำนวนเวลา (ชั่วโมง) ที่ผลิต}}$$

2.2 คอขวดในกระบวนการผลิต

2.2.1 ความหมายคอขวดในกระบวนการผลิต

Imaoka (2008); Velaction Continuous Improvement™(2008); ทวิจันทร์สุนทราจารย์(2552)และ Goldratt (2010)ได้อธิบายความหมายของคอขวดในกระบวนการผลิตว่า ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่มีอัตราการผลิตต่ำที่สุด ใช้เวลานานที่สุด กำลังการผลิตต่ำที่สุด หรือการขนส่งไกลที่สุด เป็นต้น จะเป็นจุดที่กำหนดอัตราความเร็วของทั้งกระบวนการซึ่งเป็นสภาวะที่ส่งผลให้อัตราการผลิตไม่สม่ำเสมอ และเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์อย่างที่สุดในสายการผลิตซึ่งเราจะ

เรียกขั้นตอนนั้นว่าเป็นข้อจำกัดของกระบวนการ (Constraints) หรือคอขวดโดยที่การเพิ่มอัตราเร็วในส่วนอื่นที่ไม่ใช่คอขวดของระบบ จะไม่มีผลต่ออัตราเร็วของทั้งระบบ

2.2.2 ลักษณะคอขวดในกระบวนการผลิต

ทวิจันทร์สุนทราจารย์ (2552) และ Goldratt (2010) ได้อธิบายถึงลักษณะคอขวดในกระบวนการผลิตว่า โดยปกติทรัพยากรในการดำเนินงานของระบบผลิตใดๆ ไม่ว่าจะเป็นสายสำนักงาน สายการผลิตทั้งกระบวนการ สถานีงาน และขั้นตอนการผลิต ซึ่งถูกควบคุมด้วยทรัพยากรคอขวดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.2.2.1 ทรัพยากรที่เป็นคอขวด

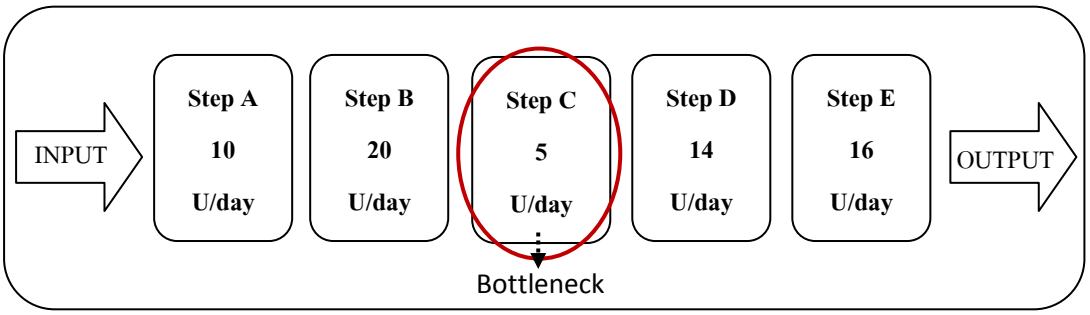
ทรัพยากรที่เป็นคอขวด (Bottleneck resource) เป็นทรัพยากรใดๆที่มีอยู่อย่างจำกัดและเป็นปัจจัยที่มาขัดขวางการผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการผลิต เช่น รอบเวลาในการผลิต (Cycle time) อัตราการผลิต (Productionrate) เวลามาตรฐาน (Standard time) เป็นต้น ข้อจำกัดเหล่านี้สามารถพิจารณาได้จากกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจากทรัพยากรในแต่ละจุด จุดที่มีทรัพยากรคอขวดก็จะมีกำลังการผลิตต่ำที่สุดในกระบวนการผลิต

2.2.2.2 ทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวด

ทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวด (Non-bottleneck resource) เป็นทรัพยากรใดๆที่ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เป็นปัจจัยที่รองรับการผลิตที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีกำลังการผลิตมากกว่าความต้องการ ณ กระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ซึ่งเวลาที่สูญเสียไปกับทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวดนั้นไม่มีผลต่อผลิตผลของระบบการใช้ทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวดสนับสนุนกิจกรรมที่เป็นคอขวดสามารถทำให้ทั้งกระบวนการผลิตเกิดความสอดคล้องกันทั้งสายการผลิตเช่น การเพิ่มอัตราการผลิตในขั้นตอนการผลิตที่ไม่ใช่คอขวด จะไม่ส่งผลทำให้ทั้งสายการผลิตมีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น เป็นต้น

2.2.3 การเกิดคอขวดในสายการผลิต

Goldratt (2010); เสรี สมนาแซง (2553) ได้อธิบายถึงการเกิดคอขวดในสายการผลิตว่า เป็นข้อจำกัดของกระบวนการผลิตอันเป็นผลมาจากความแตกต่างกำลังการผลิต ซึ่งเกิดจากสายการผลิตที่ไม่มีความสมดุลบางขั้นตอนการทำงานมีกำลังการผลิตที่สูงในขณะที่บางขั้นตอนมีกำลังการผลิตที่ต่ำ โดยเป็นผลมาจากขาดประสิทธิภาพการทำงาน เช่น วิธีการทำงานไม่เหมาะสม อุปกรณ์หรือเครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ กำลังคนไม่เพียงพอ การวางผังการทำงานไม่เหมาะสม และข้อจำกัดของเทคโนโลยี เป็นต้น ตัวอย่างของสายการผลิตที่เกิดคอขวดแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2. ลักษณะการเกิดจุดคอขวดในสายการผลิต
ที่มา : ดัดแปลงจาก เสรี สมนาแซง (2553)

จากภาพจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการผลิต5 ขั้นตอนซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน ในขั้นตอน C จะมีกำลังการผลิตต่ำที่สุดในขณะที่ขั้นตอน B มีกำลังการผลิตสูงที่สุด ส่งผลให้ขั้นตอน C เกิดงานระหว่างกระบวนการผลิตมาก ทำให้ขั้นตอน C เป็นจุดคอขวดของกระบวนการผลิต

2.2.4 ผลกระทบของคอขวดในกระบวนการผลิต

การเกิดคอขวดในกระบวนการผลิตส่งผลกระทบ และสร้างความสูญเสียในกระบวนการผลิตเป็นอย่างมากซึ่ง Lixin และคณะ (2010) ได้กล่าวถึงผลกระทบหลักของคอขวดในกระบวนการผลิตไว้ดังนี้

1) มีปริมาณงานระหว่างกระบวนการมากเกินไป อันเนื่องมาจากการเป็นจุดคอขวดในสายการผลิต ซึ่งเป็นจุดที่มีกำลังการผลิตต่ำ ไม่สามารถผลิตได้ทันตามปริมาณงานที่เกิดขึ้น ส่งผลให้มีงานระหว่างกระบวนการผลิตเกินอัตราการผลิต

2) รอบเวลาในการผลิตใช้ระยะเวลานาน โดยขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดคอขวดในสายการผลิตถือเป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตของทั้งกระบวนการผลิต ยิ่งขั้นตอนการผลิตดังกล่าวใช้ระยะเวลาการผลิตนานเท่าใด ยิ่งทำให้รอบเวลาในการผลิตใช้ระยะเวลานานตามไปด้วย

3) สายการผลิตเกิดการว่างงานของทั้งคนและเครื่องจักรเนื่องจากขั้นตอนการผลิตที่อยู่เป็นจุดคอขวดในสายการผลิต ส่งผลกระทบให้ปริมาณงานที่เกิดขึ้นน้อยในขั้นตอนการผลิตถัดไป ซึ่งทำให้คนและเครื่องจักรสูญเสียเวลา ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามกำลังการผลิตที่ต้องการ

2.2.5 การระบุคอขวดในกระบวนการผลิต

Li และคณะ (2007) ได้อธิบายถึงการระบุคอขวดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตว่ามีหลายรูปแบบ ดังนี้

1) ถ้าเครื่องจักรที่มีอัตราการผลิตต่ำที่สุด แสดงว่าเครื่องจักรนั้นเป็นคอขวดอัตราการผลิตจะระบุเป็นชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร

2) ถ้างานระหว่างกระบวนการมีปริมาณมากในขั้นตอนการทำงานใด แสดงว่าขั้นตอนนั้นถือเป็นคอขวด

3) ถ้าระบบการผลิตที่มีความไวมาก (Sensitivity value) ที่ส่งผลให้ระบบมีอัตราการผลิตที่สูงมากในขั้นตอนใด ขั้นตอนต่อไปที่รับงาน แสดงว่าเป็นคอขวด

การระบุจุดคอขวดในแต่ละประเภทนั้นมีทั้งข้อดี และข้อเสีย ข้อดีที่เห็นได้ชัดของการระบุจุดคอขวดด้วยสองวิธีแรก คือ มีข้อมูลที่มีทันสมัย (On-time) อยู่เสมอ ซึ่งสามารถวัดได้ระหว่างการทำงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นอยู่ ณ ขณะนั้น (Real time system) อย่างไรก็ตาม การระบุจุดคอขวดทั้งสองวิธีนี้ไม่สามารถระบุจุดคอขวดที่มีความสำคัญของระบบการผลิตโดยรวม

ได้ ในทางตรงกันข้าม การระบุจุดคอขวดด้วยวิธีสุดท้าย จะพิจารณาทั้งระบบโดยรวมได้ เพราะด้วยวิธีนี้จะระบุประสิทธิภาพของระบบที่เป็นผลมาจากแต่ละเครื่องจักรของแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ไม่ได้นำข้อมูลที่เกิดขึ้นในขณะนั้น และไม่สามารถที่จะวัดได้โดยตรงในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นอยู่ ณ ขณะนั้น

2.3 เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing Technique)

2.3.1 ความหมายการจัดสมดุลสายการผลิต

ความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตมีด้วยกันหลายความหมาย โดยมีผู้ที่อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิต และเป็นที่นิยม ได้แก่

Six Sigma Material (2008) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่า เป็นการปรับระดับปริมาณงาน (Workload) ที่ผ่านกระบวนการสร้างคุณค่าของงานทั้งหมด นำไปสู่การกำจัดจุดคอขวด และการเกินของอัตราผลิต ซึ่งเป็นข้อจำกัดในขั้นตอนการผลิต เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของสายการผลิต

Hapaz (2008) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่า เป็นเทคนิคหรือเครื่องมือ (Tool) ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต นำไปสู่การลดความไม่สมดุลระหว่างคนงาน และปริมาณงานให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้บรรลุถึงอัตราการผลิตตามที่ต้องการและปรับสมดุลปริมาณของงานในแต่ละสถานี และจำนวนคนงานในสถานีให้น้อยที่สุด โดยจะแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ เพื่อรักษา หรือคงไว้ซึ่งอัตราการผลิตที่เท่ากัน

นอกจากนี้ เสรี สมนาแซง (2553) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่า เป็นเครื่องมือหรือเทคนิคในการปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยมุ่งเน้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิตให้เกิดความสมดุลกัน สอดคล้องกับแผนการผลิตที่กำหนด และเงื่อนไขของการผลิตที่ต้องการ

จากคำจำกัดความของการจัดสมดุลสายการผลิตข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดสมดุลสายการผลิต หมายถึง เครื่องมือ หรือเทคนิคที่ใช้ในการปรับระดับอัตราการผลิตในแต่ละขั้นตอน

ของสายการผลิตให้มีความสม่ำเสมอ เพื่อลดความแตกต่างของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนให้เหลือน้อยที่สุดซึ่งโดยปกติแล้วเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมักใช้กับกระบวนการผลิตที่เป็นสายผลิตแบบประกอบ (Assembly line balancing) โดยสายการผลิตนี้จะประกอบด้วยกลุ่มงานย่อยๆ ซึ่งในการผลิตแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่แตกต่างกัน และระยะเวลาการผลิตที่ต่างกัน อีกทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ก็ต่างกันด้วย ส่งผลให้ในแต่ละขั้นตอนไม่เกิดความสมดุลในสายการผลิต

2.3.2 วิธีการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลของสายงานการผลิตโดยทั่วไปจะมีหลักการที่คล้ายคลึงกันโดยจะมีพื้นฐานของขั้นตอนการจัดสมดุลการผลิต ซึ่ง Lixin และคณะ (2010) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต โดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

2.3.2.1 ศึกษาระบบการผลิตในปัจจุบัน

การศึกษาระบบการผลิตในปัจจุบันของสายการผลิต มีขั้นตอนย่อยตามลำดับ ดังนี้

1) เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ และเวลาที่ใช้ในการผลิตเพื่อคำนวณหาอัตราการผลิต หรือกำลังการผลิตที่สามารถผลิตได้ในปัจจุบัน

2) จัดทำรายการแสดงขั้นตอนการทำงานย่อยต่างๆ พร้อมด้วยลำดับการทำงานของแต่ละงานย่อย

3) ดำเนินการศึกษาเวลา (Time study) ที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนควรจะเป็นเวลามาตรฐาน โดยวิธีการศึกษาเวลามาตรฐานต้องใช้วิธีการจับเวลาหน้างานที่เกิดขึ้นจริง

2.3.2.2 วิเคราะห์ และปรับปรุงสภาพการทำงาน

การวิเคราะห์สภาวะการทำงานเป็นการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้เก็บเป็นฐานข้อมูล และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็น จำนวนสถานีการทำงาน เวลามาตรฐาน จำนวนแรงงาน กำลังการผลิต เป็นต้น มาวิเคราะห์จุดคอขวด เพื่อกำหนดขอบเขตการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต และหาสาเหตุนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้แก่

1) การศึกษาการทำงาน (Work study)

2) การออกแบบสายการผลิตเพื่อการปรับปรุง (Plant layout design)

3) การลดความสูญเสีย (Waste) ในสายการผลิต

4) การวางแผนการผลิตใหม่

5) การลงทุนเพื่อการปรับปรุงระยะยาว เป็นต้น

2.3.2.3 วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิต (Efficiency Line Balance)

การคำนวณประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตมีหลายวิธี โดยสามารถบ่งบอกถึงความสมดุลหรือความสอดคล้องของขั้นตอนการผลิตได้ซึ่งการมีค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตสูงแสดงว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีอัตราการผลิตที่ใกล้เคียงกัน ในทางตรงกันข้ามการมีค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตต่ำแสดงว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีอัตราการผลิตที่แตกต่างกัน โดยการคำนวณค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตมีการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ เช่น กำลังการผลิตเวลามาตรฐาน หรือจำนวนคน เป็นต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการคำนวณเพื่อกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการผลิต โดยมีตัวอย่างการคำนวณ ดังนี้ (Masood, 2006); (ยรรยง ศรีสม, 2550)

$$W = \sum(t_i \times s_i) / (t_o \times a)$$

โดยที่ W = อัตราสมดุลสายการผลิต

t_i = เวลามาตรฐานของหน้างานที่ i

s_i = จำนวนคนของหน้างานที่ i

t_o = ระยะเวลาของสายการผลิต

a = จำนวนคนของทั้งสายการผลิต (หรือ จำนวนตำแหน่งงาน)

หรือ ประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิต

$$= \frac{a_1+a_2+a_3+\ldots a_i}{N \times A} \times 100$$

โดยที่ a_i = กำลังการผลิต หรือเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิต

N = จำนวนขั้นตอนการผลิต

A = กำลังการผลิต หรือเวลามาตรฐานสูงสุด

2.3.3 การพัฒนาการจัดสมดุลของสายงานการผลิต

ยรรยง ศรีสม (2550) ได้กล่าวถึงการพัฒนาการจัดสมดุลของสายการผลิตว่า การจัดสมดุลสายการผลิตมีความยุ่งยาก และซับซ้อนพอสมควร เพราะต้องพยายามจัดสมดุลของสายการผลิตให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีสายการผลิตที่ประกอบด้วยงานย่อยจำนวนมาก การหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก ซึ่งเทคนิคการจัดสมดุลของสายการผลิต นำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ได้แก่ รอบเวลาการผลิตที่เหมาะสมที่สุด จำนวนสถานีงานที่เหมาะสมในสายการผลิต เป็นต้น ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเทคนิคในการจัดสมดุลของสายการผลิต ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีทางทฤษฎีและวิธีฮิวรีสติก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.3.1 วิธีทางทฤษฎี (Theoretical Approach)

วิธีทางทฤษฎีเป็นวิธีที่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยใช้ความรู้ในการวิจัยมาประยุกต์ ได้แก่ โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear programming) และโปรแกรมพลวัต (Dynamic programming) แต่ในทางปฏิบัติแล้ววิธีนี้เหมาะสมกับการคำนวณในสายการผลิตขนาดเล็ก

2.3.3.2 วิธีฮิวรีสติก (Heuristic Approach)

วิธีฮิวรีสติกเป็นวิธีที่ใช้กฎเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลในการจัดสมดุลของสายการผลิต วิธีนี้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อหาทางหลีกเลี่ยงความยุ่งยากซับซ้อนของวิธีทางทฤษฎี เพราะสามารถจัดสมดุลของสายงานการผลิตได้ในเวลาอันรวดเร็ว แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า

เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหรือไม่ เป็นเพียงผลลัพธ์ที่น่าพอใจและใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่านั้น ซึ่งวิธีฮิวริสติกที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อจัดสมดุลสายงานการผลิตมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ดังต่อไปนี้

1) วิธีคอลัมน์รูล (Column Rule)

2) วิธีจัดน้ำหนักคะแนน (Ranked Positional Weight)

3) วิธีคอมโซล (Comsoal)

4) วิธีหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแบบย้อนกลับ (Optimum Seeking Backtracking Method)

5) วิธีทูเฟส (Two-Phase Method)

6) วิธีของฮอฟแมน (Hoffman Technique)

7) วิธีจัดงานย่อยที่มีเวลางานย่อยมากที่สุดก่อน (Longest Work Element Time)

8) วิธีจัดงานย่อยที่มีจำนวนงานย่อยตามหลังมากที่สุดก่อน (Largest Number of Following Element Heuristic)

2.4 แนวทางการเพิ่มความสมดุลของสายการผลิต

Goldratt (2010) ได้กล่าวถึงการจัดสมดุลสายการผลิตว่าเป็นแนวคิดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ซึ่งต้องอาศัยหลักการ เครื่องมือ หรือเทคนิคต่างๆมากมายหลายวิธีในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของสายการผลิต และข้อจำกัดของสายการผลิตที่เกิดขึ้นซึ่ง Rahman (2002) ได้กล่าวว่า การปรับปรุงหรือพัฒนาประสิทธิภาพของสายการผลิตไม่จำเป็นต้องกระทำภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากบางสภาวะไม่สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาประสิทธิภาพได้ภายใต้ข้อจำกัดนั้นๆ ซึ่งการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงทรัพยากรเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตได้ ดังนั้นการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และภายใต้ทรัพยากรที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นแนวทางที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตและนำไปสู่การเพิ่มความสมดุลของสายการผลิตได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

เป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรที่ใช้ เช่น เครื่องจักร พนักงาน เป็นต้น โดยนำเทคนิคการปรับปรุงการดำเนินงานต่างๆมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง การวิเคราะห์กระบวนการ และการปรับปรุงการวางผังดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1.1 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process analysis)

สมศักดิ์ ตรีสัตย์ (2544); Tompkins (2003); วันชัย ริจิรวนิช (2548); Henry (2007) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์กระบวนการว่า คือ เทคนิคสำหรับการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิต หรือการบริการ โดยดำเนินการติดตามในแต่ละขั้นตอนการทำงานต่างๆ แล้วดำเนินการตรวจสอบ และวิเคราะห์ผลของข้อมูลในแต่ละลำดับการทำงาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โดยการวิเคราะห์กระบวนการจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงหลายชนิด ในที่นี้จะยกตัวอย่างเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการรวมถึงการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการผลิต และแผนภาพการไหล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) คือแผนภูมิที่เขียนขึ้นเพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงาน หรือบันทึกขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ โดยวิเคราะห์รายละเอียดทุกขั้นตอนของการทำงานว่าคนมีการทำงานตามลำดับของขั้นตอนอะไรบ้าง วัสดุถูกขนย้ายหรือถูกทำงานด้วยระยะทางหรือเวลาเท่าไร และเครื่องจักรถูกทำงานตามขั้นตอนอะไรบ้าง โดยการใช้สัญลักษณ์ทั้ง 5 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งนำไปสู่การพิจารณาตรวจตรา และวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทาง ขั้นตอนหรือวิธีการทำงานที่ดีขึ้น โดยผ่านเครื่องมือปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งแผนภูมิกระบวนการไหลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ตารางที่ 1. สัญลักษณ์แผนภูมิกระบวนการผลิต

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติงาน	-การประกอบชิ้นงาน หรือการถอดส่วนประกอบออก - การวางแผน การคำนวณ และการดำเนินงาน
	Inspection การตรวจสอบ	-ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ - ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การเคลื่อน	- การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง - พนักงานกำลังเดิน
	Delay การรอคอย	- การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน - การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น

1) แบบบันทึกขั้นตอนการทำงานของคน (Man type) เป็นแผนภูมิที่บันทึกเฉพาะขั้นตอนการทำงานของคนเพียงอย่างเดียวเท่านั้นที่เคลื่อนที่ผ่านไปตามขั้นตอนต่างๆ

2) แบบบันทึกขั้นตอนการแปรรูปของวัตถุดิบ (Material type) เป็นแผนภูมิที่บันทึกเฉพาะขั้นตอนการแปรรูป หรือขั้นตอนที่วัตถุดิบต้องล่าเลียง หรือถูกกระทำในการแปรรูปของวัตถุดิบนั้นจนกระทั่งกลายเป็นผลิตภัณฑ์

การสร้างแผนภูมิกระบวนการไหลทุกครั้ง จำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนรายละเอียดประจำแผนภูมิก่อนเสมอ ซึ่งควรประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ได้แก่ ชื่อของแผนภูมิ แผนภูมิเป็นวิธีการเดิมหรือปรับปรุงแล้ว คำอธิบายย่อของแต่ละขั้นตอนการผลิต สัญลักษณ์ สถานที่ ชื่อผู้สร้างแผนภูมิ และวันที่บันทึก เป็นต้น การสร้างแผนภูมิกระบวนการไหลมีลักษณะการสร้างแผนภูมิแบบฟอร์มที่มีสัญลักษณ์ และรายละเอียดอื่นๆพิมพ์เอาไว้ให้เรียบร้อยแล้ว ผู้บันทึกเพียงแต่โยงเส้นต่อระหว่างสัญลักษณ์ที่ต้องการใช้เท่านั้น และบันทึกข้อมูลตัวเลข และระยะทางในการเคลื่อนที่ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ เท่าที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงงานต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3

Flow Process Chart								
Present Method			Summary					
Proposed Method			Activity	Present	Proposed	Saving		
Subject Charted			OPERATION					
Activity			TRANSPORT					
Location			DELAY					
Date			INSPECTION					
Chart By			STORAGE					
			Distance(m)					
			Time(s)					
Description	DISTANCE (M)	TIME (S)	SYMBOL					REMARKS
			○	⇨	D	□	▽	
Total								

ภาพที่ 3. แบบฟอร์มแผนภูมิกระบวนการไหลในอุตสาหกรรม

ที่มา: ดัดแปลงจาก Barnes (1980)

แนวทางการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลมีรายละเอียด ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ให้ชัดเจนเช่นเพื่อลดปริมาณการเคลื่อนย้ายหรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็นต้น

2) ชี้บ่งกระบวนการผลิตที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งแสดงรายละเอียดอย่างชัดเจนของกระบวนการดำเนินงาน

3) กำหนดว่าเป็นการวิเคราะห์การไหลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่นการทำงานบนตัวผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ชิ้นส่วนวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิตจนประกอบเสร็จเป็นผลิตภัณฑ์การ

ปฏิบัติงานของพนักงานคนหนึ่งในการทำงานเคลื่อนย้ายสิ่งของและการเดินการโยกย้ายของเครื่องมือหรือการใช้งานของอุปกรณ์เป็นต้น

4) เริ่มวิเคราะห์จากจุดเริ่มต้นของการไหลบันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดทุกขั้นตอนพร้อมทั้งคำบรรยายสั้นๆถึงลักษณะงานที่เกิดขึ้น

5) เก็บข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องของการดำเนินงาน

6) โยงเส้นระหว่างสัญลักษณ์จากบนลงล่าง

7) สรุปขั้นตอนการปฏิบัติงานลงในตารางสรุปผล

การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลควรมีการวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนย้ายลงในแผนภาพการไหลเพื่อดูควบคู่กันไปด้วยเพื่อให้เห็นภาพที่สมบูรณ์ขึ้น

ข. แผนภาพการไหล (Flow diagram) เป็นแผนภาพการไหลหรือที่เรียกกันว่า ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ เป็นเครื่องมือที่วิเคราะห์ปัญหาการขนย้ายและการเคลื่อนที่ต่างๆในสายการผลิตว่าจุดใดในสายการผลิตที่ใช้ระยะทางการเคลื่อนที่มากหรือเกิดความซับซ้อนของการไหลในสายการผลิต ซึ่งจะวิเคราะห์สภาพการทำงานจริงตามมาตราส่วนที่เหมาะสม ประกอบไปด้วยที่ตั้งของเครื่องจักร ที่ตั้งของกิจกรรม และเส้นทางการเคลื่อนที่ของพนักงาน หรือวัสดุที่กำหนดไว้อย่างละเอียดชัดเจน นำไปสู่การลดหรือกำจัดปัญหาการขนย้ายหรือการเคลื่อนที่ดังกล่าว รวมถึงสามารถออกแบบการวางผังของเครื่องมือเครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อให้การไหลของวัสดุ คน หรือเครื่องมือต่างๆมีระยะทางการเคลื่อนที่น้อยที่สุด และมีความเหมาะสมต่อการทำงาน

การสร้างแผนภาพการไหลจำเป็นต้องมีรายละเอียดในการดำเนินงานที่ชัดเจน เปรียบเสมือนการดำเนินงานทั้งหมดในอยู่ในกระดาษบันทึก โดยจะข้อมูลต่างๆดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ซึ่งมีรายละเอียดวิธีการสร้างแผนภาพการไหลดังนี้

1) ค้นหาผังของโรงงาน หรือเฉพาะแผนกที่ต้องการจะศึกษา และบันทึกการทำงานเพื่อจัดทำแผนผังต่อไป ถ้าหาไม่ได้ก็ให้เขียนขึ้นมาเอง โดยใช้มาตราส่วนที่เหมาะสมกับกระดาษบันทึก ในแผนภาพดังกล่าวควรมีรายละเอียดที่ตั้งของเครื่องจักร เครื่องมือ และตำแหน่งการทำงานในบริเวณที่มีการทำงานในลักษณะต่างๆ ตามที่ปรากฏอยู่ในแผนภูมิกระบวนการผลิต

2) เขียนตำแหน่งที่มีการทำกิจกรรมต่างๆลงในแผนภาพ โดยใช้สัญลักษณ์และหมายเลขให้ตรงกันกับที่ได้กำหนดไว้ในแผนภูมิกระบวนการผลิต

3) เขียนเส้นแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของพนักงาน หรือวัสดุในแผนภาพ เส้นทางการเคลื่อนที่จะต่อโยงระหว่างสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ได้เขียนลงในแผนภาพแล้ว และให้แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ โดยใช้หัวลูกศร

4) ถ้ามีการเคลื่อนที่กลับซ้ำเส้นทางเดิมให้แสดงด้วยเส้นแยกกันอีกเส้นหนึ่งให้เห็นได้อย่างชัดเจน แผนภาพการไหลนี้ นอกจากจะเป็นภาพเขียน 2 มิติแล้ว ในบางกรณีอาจต้องเขียนเป็นภาพ 3 มิติ เพื่อแสดงให้เห็นภาพการทำงานที่เกิดขึ้นต่างระดับ

2.4.1.2 การปรับปรุงการวางผัง (Layout Improvement)

การวางผังในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการวางแผนเพื่อจัดวางเครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ คนงาน วัตถุดิบ สิ่งอำนวยความสะดวก และสนับสนุนในการผลิตของโรงงานในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัด โดยการปรับปรุงการวางผังในอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นระดับแผนก หรือสายการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักในการวางผังที่ดี ดังนี้

1) คำนึงถึงหลักความปลอดภัย (Inherent safety)
2) ระยะทางของการไหล (Length of Flow)
3) ความชัดเจนของการไหล (Clarity of Flow)
4) ความสะดวกสบายของพนักงาน(Staff Comfort)
5) ระยะเวลาการไหลของวัสดุ (Time of Flow)
6) การทำงานประสานกันในการบริหาร (Management Co-ordination)
7) การเข้าถึงได้ (Accessibility)
8) การใช้สอยของพื้นที่ (Area Utilization)
9) การปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ในระยะยาว (Long-Term flexibility)

การปรับปรุงการวางผังในสายการผลิตขึ้นอยู่กับประเภทของกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการผลิตแบบโครงการ (Project process) กระบวนการผลิตแบบตามงาน (job process) กระบวนการผลิตแบบชุด (Batch process) กระบวนการผลิตปริมาณมาก (Mass process) และกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) เป็นต้น ซึ่งมีหลักในการปรับปรุงการวางผังที่คล้ายคลึงกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาสภาพการวางผังในปัจจุบัน เป็นการสำรวจ เก็บรวบรวมสภาพของลักษณะการวางผังที่เป็นอยู่ การจัดวางเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ คนงาน วัตถุดิบ และสิ่งอำนวยความสะดวกและเก็บบันทึกข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้จำเป็นต้องศึกษาสภาพการไหลของวัสดุ และสิ่งของต่างๆ โดยใช้การวิเคราะห์กระบวนการ ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล และแผนภาพการไหล (ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น) มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวางผังในปัจจุบัน

2) การวิเคราะห์ปัญหาหลัก ภายหลังจากการวิเคราะห์กระบวนการของการวางผังในปัจจุบัน สามารถพิจารณาจากลักษณะการวางผัง ดังต่อไปนี้

- การไหลของสิ่งของต่อเนื่องหรือไม่
- มีการไหลกลับไปกลับมามากเกินไปหรือไม่
- มีการขนถ่ายลำเลียงมาก และบ่อยเกินความจำเป็นหรือไม่
- รูปแบบการไหลของสิ่งของง่ายหรือซับซ้อน
- การผลิตในขั้นตอนไหนใช้เวลามากเกินจำเป็น
- เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน
- เวลาสูญเปล่าเนื่องจากการรอที่เกิดขึ้นในสายการผลิต
- ร้อยละการใช้ประโยชน์ของเนื้อที่การทำงาน

3) ดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุง เมื่อสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ หลังจากนั้นนำหลักการปรับปรุงประสิทธิภาพการวางผัง เช่น การประยุกต์ใช้หลักการลดความสูญเปล่า ไม่ว่าจะเป็นการกำจัดหรือลดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็น การจัดเรียงลำดับงานใหม่ การทำให้ง่ายขึ้น หรือการรวมการทำงานเข้าด้วยกัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยการพิจารณาลักษณะการออกแบบการวางผังใหม่ในสายการผลิต เช่น การไหลของ

วัสดุต้องเป็นเส้นตรง (I-shape flow patten) มากที่สุด กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กันต้องอยู่ใกล้กัน และระยะทางการเคลื่อนที่สั้นที่สุด เป็นต้น

4)ประเมินประสิทธิภาพการวางผัง เปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางผังก่อน และหลังการดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงการวางผังด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เช่น ระยะทางการเคลื่อนที่ ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของวัสดุ และการใช้สอยของพื้นที่ เป็นต้น

2.4.1.3 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์กระบวนการ และการปรับปรุงการวางผังในสายการผลิต

การวิเคราะห์กระบวนการ และการปรับปรุงการวางผังเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ควบคู่กันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เหมาะสมในกระบวนกา หรือขั้นตอนการผลิตให้เกิดแนวความคิดในการปรับปรุงการดำเนินงานนำไปสู่การเพิ่มสมดุลสายการผลิต ตัวอย่างการนำการวิเคราะห์กระบวนการ และการปรับปรุงการวางผังไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มสมดุลสายการผลิตดังนี้

จิตลดา ซิ้มเจริญ (2550) ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตเครื่องสำอางซึ่งนำเทคนิคการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อระบุปัญหาแล้วนำหลักการศึกษาวิธีการทำงานมาใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในขั้นตอนที่ใช้พนักงานมากที่สุด โดยศึกษาการเคลื่อนไหวของพนักงานที่มีผลต่อการทำงาน และศึกษาการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อแก้ไขปัญหาการขนถ่ายวัสดุที่มีระยะทางมากเกินไป ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ ส่งผลให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานลดลงจาก 48.04 เมตรเป็น 34.27 เมตรลดลงร้อยละ 28.66 จำนวนพนักงานลดลงจาก 17 คนเหลือ 9 คนคิดเป็นร้อยละ 47.06 รอบเวลาในการผลิตลดลงจาก 5.50 วินาทีเหลือ 3.34 วินาทีคิดเป็นร้อยละ 39.27 ประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 41.34 เป็นร้อยละ 75.70 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 34.36

ยอดนภา เกษเมือง (2553) นำการวิเคราะห์กระบวนการมาใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตผลิตภัณฑ์ซองพลาสติก โดยใช้การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิต และแผนภาพการไหล เพื่อออกแบบการวางผังของแผนกม้วนพลาสติก ผลจากการนำมาประยุกต์ใช้พบว่าสามารถลดระยะเวลาการขนถ่ายร้อยละ 29.09 และลดระยะทางการเคลื่อนที่ร้อยละ 28.26

การลดระยะการขนถ่าย และระยะทางการเคลื่อนที่ของ Kaebernick (2007) นำการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อออกแบบสถานที่ทำงาน และผังโรงงานของสายการผลิตไก่ทอดพบว่าสามารถลดระยะทางเคลื่อนที่รวมได้ 254 เมตร ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.74 ส่งผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.6 และส่งผลให้คอขวดในกระบวนการผลิตลดลงอีกด้วย

นอกจากนี้นำเทคนิคการวิเคราะห์กระบวนการ เพื่อการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เช่น Shumon (2010) นำการวิเคราะห์กระบวนการมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตขนมปังยีสต์ในขั้นตอนตัดขนมเพื่อบรรจุลงกล่อง โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อลดการรอคอยงานของพนักงานลำเลียงขนมปัง ซึ่งได้ออกแบบอุปกรณ์ในการตัด และลำเลียงขนมปังในเวลาเดียวกัน ผลจากการนำมาประยุกต์ใช้พบว่า ลดพนักงานตัดขนมปังจาก 7 คนเหลือ 2 คน และผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นกว่าขั้นตอนเดิม 75 ชิ้นต่อชั่วโมง ส่งผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.75

2.4.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เพิ่มขึ้น

เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของสายการผลิตที่มีลักษณะหรือรูปแบบเฉพาะของแต่ละสายการผลิต ไม่มีเทคนิคหรือหลักการที่แน่นอน โดยการเพิ่มทรัพยากรส่วนใหญ่จะพิจารณาจากการลงทุน ความคุ้มทุนเป็นหลัก และข้อจำกัดขิงสายการผลิตที่มีอยู่ เช่น การเพิ่มจำนวนพนักงาน การเพิ่มเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ การนำเทคโนโลยีทันสมัยมาประยุกต์ใช้ เป็นต้นโดยในที่นี้จะกล่าวถึงแนวทางการออกแบบอุปกรณ์ในการทำงาน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอนุรักษ์พลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.2.1 แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน

เครื่องมือเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในการทำงานเป็นทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้เพื่อให้สายการผลิตดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ลดระยะเวลาการทำงาน ใช้พนักงานน้อยลง ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น เป็นต้น สิ่งสำคัญในการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานต้องพิจารณาถึงสภาพการทำงานในปัจจุบัน เพื่อออกแบบอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีแนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในกาทำงาน ดังนี้ (สมฤดี สายชนะพันธ์, 2552)

1) ศึกษาสภาพการทำงานในปัจจุบัน สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพการทำงานของพนักงาน ณ ขั้นตอนการทำงานใดๆ เช่น อัตราการทำงาน จำนวนพนักงาน ปริมาณผลผลิตที่ได้การเคลื่อนไหวของพนักงาน หรือความซับซ้อนของขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น

2) การออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงาน ขึ้นอยู่กับลักษณะหรือรูปแบบของการทำงานในแต่ละสายการผลิต โดยทั่วไปจะนำหลักการศึกษาการทำงานมาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงาน และนำหลักการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงาน ดังนี้

- สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้
- ง่ายต่อการใช้งาน สะดวก และไม่ซับซ้อน
- ใช้พนักงานทำงานน้อยที่สุด
- อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น
- ง่ายต่อการบำรุงรักษา
- ลงทุนต่ำ ระยะเวลาคืนทุนน้อย

3) ทดลองใช้อุปกรณ์ช่วยทำงาน ภายหลังการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ โดยรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และพนักงาน เช่น อัตราผลผลิตที่ได้ คุณภาพของผลผลิต ลักษณะการใช้ของพนักงาน ความคิดเห็นของพนักงานต่ออุปกรณ์ เป็นต้น

4) พัฒนาอุปกรณ์ช่วยทำงาน หลังจากดำเนินการทดลองใช้อุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ในกรณีพบข้อบกพร่องของอุปกรณ์ หรือความไม่เหมาะที่พนักงานมีต่ออุปกรณ์จะถูกนำมาปรับปรุง แก้ไขอุปกรณ์ช่วยทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานถูกนำมาใช้ในสายการผลิตต่างๆ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ดังตัวอย่างการนำอุปกรณ์ช่วยในการทำงานมาประยุกต์ใช้ของ บุญเครือ รักษาศีล (2553) ได้ศึกษาการทำงานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตข้าวหุงสุกบรรจุกระป๋อง โดยขั้นตอนการเตรียมข้าวต้องใช้พนักงานจำนวนมาก

ในการตวงน้ำหนักเพื่อป้อนลงในถังล้างข้าว จึงดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการลำเลียงข้าว ซึ่งได้ออกแบบรางลำเลียงข้าวควบคู่กับการตวงน้ำหนักข้าว พบว่าสามารถลดพนักงานตวงน้ำหนักได้ 7 คน อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 54 กระสอบต่อชั่วโมง เป็น 72 กระสอบต่อชั่วโมง

ปนัดดา อับดุลลา (2554) ได้ออกแบบอุปกรณ์ในการช่วยลดการเคลื่อนของพนักงาน ในสายการผลิตบรรจุภัณฑ์โฟม โดยออกแบบสร้างอุปกรณ์สำหรับจับยึดชิ้นงานไม่ให้สามารถเคลื่อนที่ได้ขณะปั๊มหมายเลขลงบนชิ้นงาน และสามารถทำงานได้ทั้งมือซ้ายและมือขวา ภายหลังการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ พบว่า ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง 35 เมตร และเวลาในการผลิตลดลง 227.42 วินาที

2.4.2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงานเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งมีเทคโนโลยีในการอนุรักษ์พลังงานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับสายการผลิตนั้น เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดการใช้พลังงาน และนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น โดยมีแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในสายการผลิต ดังนี้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552)

1) การตรวจวัดและรวบรวมข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการใช้และการสูญเสียพลังงานประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งของเครื่องจักรอุปกรณ์และภาพรวมของทั้งโรงงาน อีกทั้งเป็นข้อมูลในการประเมินแนวทางการประหยัดพลังงานที่เป็นไปได้และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนโดยมีแนวคิดในการตรวจวัดและรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- มีพลังงานใช้ที่ไหน เมื่อไหร่
- มีการใช้พลังงานอย่างไร เช่น พลังงานความร้อน ความเย็นหรือไฟฟ้า
- มีการใช้พลังงานเพื่อทำอะไร
- มีการใช้พลังงานเท่าไหร่ เช่น กิโลจูลต่อชั่วโมง

2) เทคนิคการอนุรักษ์พลังงาน ขึ้นอยู่กับระบบพลังงานที่ใช้ในแต่ละสายการผลิต โดยส่วนใหญ่จะเป็นการนำพลังงานที่ได้กลับมาใช้ใหม่ ไม่ปล่อยให้สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งจะนำพลังเหล่านี้ใช้ในขั้นตอนการผลิตรูปแบบต่างๆ ตามความต้องการของแต่ละสายการผลิต

3) ประเมินการใช้เทคนิคการอนุรักษ์พลังงาน โดยตรวจวัดและรวบรวมข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หลังจากนำเทคนิคอนุรักษ์พลังงานไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ต้องประเมินผลของการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงาน และระยะเวลาคืนทุนอีกด้วย

การอนุรักษ์พลังงานมีเทคนิคในการนำไปใช้ที่หลาหลายขึ้นอยู่กับรูปแบบของพลังงานที่ปล่อยออกมา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับสายการผลิต ดังตัวอย่างของนำเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของ Suwatthikul (2010) ได้ศึกษาการออกแบบระบบแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างขั้นตอนการละลายปลา และขั้นตอนการทำเย็นปลาในกระบวนการผลิตปลาทูน่าแปรรูป โดยนำอุณหภูมิน้ำที่สูงในขั้นตอนการทำเย็นปลาผ่านท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Multi-tube Heat Exchanger) เพื่อไปแลกเปลี่ยนความร้อนในบ่อละลายปลาที่มีน้ำอุณหภูมิต่ำ พบว่า สามารถลดระยะเวลาการทำเย็นปลา และละลายปลาได้ร้อยละ 23 และร้อยละ 17 ตามลำดับ นอกจากนี้สามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ 1,005 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากำลังการผลิต วิเคราะห์จุดคอขวด และประสิทธิภาพสายการผลิตของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น
4. เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงาน

บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการ

1. สำรวจสภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

สำรวจสภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา โดยทำการศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1 กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

ศึกษากระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นในแต่ละขั้นตอนการผลิต ได้แก่การรับวัตถุดิบ การละลายปลา การผ่าท้องนำเครื่องในออก การนึ่ง การทำเย็นปลา การขูดหนัง การขูดสะอาด การบรรจุ และการแช่เย็น โดยการศึกษาจากคู่มือการปฏิบัติงาน การเข้าไปสังเกตในสายการผลิต และสัมภาษณ์พนักงานและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จัดทำแผนภูมิแสดงการไหล (Operation chart) ของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น พร้อมคำอธิบายกระบวนการอย่างละเอียด

1.2 ข้อมูลการผลิตของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 โดยรวบรวมจากรายงานการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นประจำวันทุกรอบการผลิตจำนวน 144 ชุดข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วย วัตถุดิบของกระบวนการผลิต ปริมาณการผลิต ร้อยละผลผลิตที่ได้ และจำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำสมดุลมวล คำนวณหาสัดส่วนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ ร้อยละผลผลิตที่ได้แยกตามประเภทขนาดของวัตถุดิบ และร้อยละผลผลิตที่ได้เฉลี่ยดังนี้

ก. สัดส่วนการผลิต (Production Ratio)

$$= \frac{\text{ปริมาณการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาด(กิโลกรัม)}}{\text{ปริมาณการผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)}}$$

ข. ร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอน (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบรับเข้า (กิโลกรัม)}} \text{ X } 100$$

ค. ร้อยละผลผลิตเฉลี่ย

ข้อมูลร้อยละผลผลิตของปลาแต่ละขนาดคูณด้วยสัดส่วนการผลิต และหาผลรวมของปลาทุกขนาด จะได้ร้อยละผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ หรือสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$= \sum_{i=1}^{n}(x_i y_i)$$

โดยที่ i = ขนาดของวัตถุดิบ (i = 1, 2, 3, 4, 5)

x_i = ร้อยละผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบขนาด *i*

y_i = สัดส่วนการผลิตของวัตถุดิบขนาด i

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรายงานการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นประจำวันนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

1.3 ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นในปัจจุบัน โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงาน ดังนี้

ก. กำลังการผลิต (Capacity)

กำลังการผลิตเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่สำคัญ เพื่อให้ทราบถึงทรัพยากรที่ถูกใช้ไปในขั้นตอนการผลิต การใช้ประโยชน์ของทรัพยากรหรือความเพียงพอของทรัพยากรที่มีอยู่ เป็นต้น การคิดคำนวณกำลังการผลิตมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งในสายการผลิตนี้เป็นการคิดคำนวณกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยในแต่ละขั้นตอนมีการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน เนื่องจากทรัพยากรที่เป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนมีความแตกต่างกัน

ดังนั้นวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการคำนวณกำลังการผลิตจึงมีความแตกต่างกัน ในที่นี้แบ่งการคำนวณกำลังการผลิตออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการดำเนินงานของขั้นตอนการผลิต กล่าวคือ ขั้นตอนการละลายปลา การนึ่งปลา และการทำเย็นปลา ทรัพยากรที่เป็นตัวกำหนดกำลังการผลิต คือ ความสามารถของเครื่องจักร และจำนวนเครื่องจักร เป็นต้น ดังนั้นการคำนวณกำลังการผลิตได้มาจากกำลังการผลิตสูงสุดที่ทำได้ภายใต้ความพร้อมของทรัพยากรที่มีอยู่จึงได้เลือกทำการคำนวณกำลังการผลิตเชิงทฤษฎี (Theory capacity) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรที่ (1) ในส่วนขั้นตอนการผ่าท้องนำเครื่องในออก การขูดหนัง การขูดสะอาด และการบรรจุ ทรัพยากรที่เป็นตัวกำหนดกำลังการผลิต คือ จำนวนแรงงาน ทักษะความสามารถในการทำงาน เป็นต้น ดังนั้นการคำนวณกำลังการผลิตได้มาจากกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Actual capacity) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรที่ (2)

(1) กำลังการผลิตเชิงทฤษฎี (Theory capacity)

$$= \frac{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอน (กิโลกรัม) X จำนวนทรัพยากร (หน่วย)}}{\text{เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน (ชั่วโมง) X ร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอน}}$$

(2) กำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Actual capacity)

$$= \frac{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอน (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน (ชั่วโมง) X ร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอน}}$$

ข. กำลังการผลิตเฉลี่ย

ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบนำไปคำนวณหากำลังการผลิตเฉลี่ย ซึ่งเป็นกำลังการผลิตเฉลี่ยของการผลิตทุกขนาดวัตถุดิบ โดยนำสัดส่วนการผลิตมาเป็นตัวแปรในการคำนวณจากสูตร

$$= \sum_{i=1}^{n}(x_i y_i)$$

โดยที่ i = ขนาดของวัตถุดิบ (i = 1, 2, 3, 4, 5)

x_i = กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบขนาด i

y_i = สัดส่วนการผลิตของวัตถุดิบขนาด i

ค. ค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิต (% Line Balance)

ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณกำลังการผลิตเฉลี่ยสามารถนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิตในปัจจุบัน โดยคำนวณจากสูตร

$$= \frac{\text{ผลรวมของกำลังการผลิตในทุกขั้นตอน}}{\text{จำนวนขั้นตอนการผลิต X กำลังการผลิตที่มากที่สุด}} \text{ X 100}$$

ง. ร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผล (% Productive Labor)

จากข้อมูลการผลิตด้านแรงงานสามารถนำมาคำนวณหาร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผลโดยคำนวณจากสูตร

$$= \frac{\text{จำนวนพนักงานในขั้นตอนการขูดหนัง และขูดสะอาด (คน)}}{\text{จำนวนพนักงานทั้งหมดในกระบวนการผลิต (คน)}} \text{ X 100}$$

จ. เวลาทั้งหมดของการผลิต (Total Production Time)

= เวลาสิ้นสุดของการผลิต – เวลาเริ่มของการผลิต

1.4 ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

การระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น โดยการนำข้อมูลการผลิต และค่าประสิทธิภาพการผลิตมาจัดทำเป็นกราฟแสดงความสมดุลของสายการผลิต เพื่อระบุปัญหาของขั้นตอนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นที่เป็นจุดคอขวด และ/หรือมีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

2. ปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

2.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นจะถูกนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) หลังจากนั้นจะนำสาเหตุของปัญหาไปหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตต่อไป

2.2 แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น เป็นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความสามารถการทำงานของสายการผลิต โดยเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนการผลิตที่เป็นคอขวด และ/หรือกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา นอกจากนี้ยังเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลตามเป้าหมายที่กำหนด แล้วนำหลักการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้เพื่อให้แต่ละขั้นตอนการผลิตมีกำลังการผลิตที่สอดคล้องกัน โดยแบ่งแนวทางการปรับปรุงออกเป็น 2 แนวทาง คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวน/ปริมาณทรัพยากร เช่น การเพิ่มหรือลด เครื่องจักร และจำนวนพนักงาน เป็นต้น ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตของกระบวนการผลิตมีหลายตัว ในที่นี้การเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะใช้กำลังการผลิตเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการผลิตที่ต้องได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพพิจารณาจากขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวด และ/หรือกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ การทำเย็นปลา การขูดสะอาดชิ้นปลา และการบรรจุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1.1 การทำเย็นปลา

เป็นขั้นตอนการลดอุณหภูมิปลาด้วยการสเปรย์น้ำลงบนตัวปลา โดยปัจจุบันมีโปรแกรมการทำเย็นปลา ซึ่งเป็นการควบคุมระยะเวลาการเปิดปิดน้ำ เพื่อลดอุณหภูมิปลาให้ได้อุณหภูมิที่กำหนด ปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังการผลิต และประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำเย็นปลา คืออุณหภูมิตัวปลาและเวลาการทำเย็นปลา เป็นต้น ขั้นตอนนี้มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ และเป็นจุดคอขวดของกระบวนการ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการทำเย็นปลานาน อันเป็นผลมาจากอัตราการลดลงของอุณหภูมิปลาต่ำ การเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาทำได้หลายวิธี เช่น เพิ่มจำนวนช่องรางทำเย็น ลดอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น แต่ในที่นี้เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน จึงใช้การศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ให้สามารถลดอุณหภูมิตัวปลาได้เร็วขึ้นและลดระยะเวลาการทำเย็นปลาให้น้อยลง เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบัน โดยสำรวจสภาพปัจจุบันภายในขั้นตอนการทำเย็นปลา ได้แก่ เครื่องมือเครื่องจักร วิธีการทำเย็นปลา โปรแกรมการทำเย็นปลาปัจจุบัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังเก็บรวบรวมข้อมูลระยะเวลาในการทำเย็นปลา และกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาในวัตถุดิบแต่ละขนาด

2) ศึกษาทฤษฎีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำเย็นปลาด้วยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวลา และบริเวณใจกลางปลา รวมถึงวิธีการวัดอุณหภูมิตัวปลาในการศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อน

3) ศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ โดยดำเนินการทดลองวัดอุณหภูมิบริเวณใจกลาง และบริเวณผิวปลา โดยอาศัยหลักในการแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิในการสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ในที่นี้จะใช้วัตถุดิบขนาดที่ 5 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดมาเป็นตัวอย่างในการทดลองเพื่อให้เกิดผลของการปรับปรุงประสิทธิภาพครอบคลุมทุกขนาดของวัตถุดิบ

4) วิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา ในการทดลองเพื่อศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลา และบริเวณผิวปลา จะนำมาวิเคราะห์ระยะเวลาในการควบคุมการเปิดปิดน้ำที่มีผลต่ออัตราการลดลงของอุณหภูมิด้วยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อน หลังจากนั้นจะนำผลที่ได้ มาพิจารณาสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่

5) ประเมินผลการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ โดยทดลองใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ในวัตถุดิบแต่ละขนาด ขนาดละ 5 ซ้ำ นำมาเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำเย็นปลา และกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาในแต่ละขนาดของวัตถุดิบทั้งก่อนและหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ นอกจากนี้ ยังประเมินผลด้านคุณภาพของปลาหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ คือ ปริมาณความชื้นในตัวปลา

2.2.1.2 การขูดสะอาดชิ้นปลา

การขูดสะอาดชิ้นปลาเป็นขั้นตอนในการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากตัวปลาเพื่อให้ได้ชิ้นลอยด์ที่พร้อมสำหรับขั้นตอนการบรรจุ ขั้นตอนดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่สร้างมูลค่าการผลิต ฉะนั้นในที่นี้จึงมุ่งเน้นการเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ดังนั้นจึงนำหลักการศึกษาการทำงานมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับลดแรงงานในขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแล้วนำไปเพิ่มแรงงานในขั้นตอนที่ก่อให้เกิดมูลค่าการผลิตซึ่งเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูด

สะอาดชิ้นปลา เพื่อให้ได้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลตามเป้าหมาย โดยมีขั้นตอนเพื่อการปรับปรุง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) สำรวจจำนวนแรงงานที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งเก็บรวบรวมแยกตามหน้าที่งานต่างๆในแต่ละขั้นตอนการผลิต นอกจากนี้เก็บรวบรวมจำนวนแรงงานแยกตามแผนก แล้วระบุประเภทของแรงงานแต่ละแผนกเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผล และแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลตามการกำหนดของโรงงานกรณีศึกษา

2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของแรงงานด้วยร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล โดยคำนวณจากสูตร (David *et al.,* 2005)

$$\text{ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล} = \frac{\text{จำนวนแรงงานที่ให้ประสิทธิผล}}{\text{จำนวนแรงงานทั้งหมด}} \text{ X } 100$$

3) คัดเลือกแผนกที่สามารถปรับลดจำนวนแรงงาน โดยการพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินดังต่อไปนี้

3.1) แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลในแผนกมีจำนวนมาก โดยจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกจะถูกพิจารณาเทียบกับปริมาณภาระงาน (Workload) เพื่อพิจารณาว่าจำนวนแรงงานในแผนกนั้นๆ มีปริมาณมากเกินพอ

3.2) การลดจำนวนแรงงานไม่มีผลต่อการทำงาน โดยแรงงานที่ถูกปรับลดนั้นจะไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการทำงานในแผนกนั้นๆ

3.3) แรงงานมีทักษะความสามารถในการทำงานที่หลากหลาย (Multi skill) โดยพิจารณาเฉพาะแผนกที่มีแรงงาน ซึ่งมีทักษะความสามารถในการเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา

4) แผนกที่ถูกคัดเลือกจะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพ ด้วยการศึกษาการทำงาน และการจัดสมดุลแรงงาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1) การจัดสมดุลแรงงาน โดยการวิเคราะห์ความสมดุลระหว่างอัตราการผลิต และจำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนของแผนกที่ถูกคัดเลือก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1) ศึกษาอัตราการผลิต และจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของแผนกที่ถูกคัดเลือก เพื่อนำไปวิเคราะห์ในการปรับลดจำนวนแรงงาน

4.1.2) วิเคราะห์ความสมดุลระหว่างอัตราการผลิตในแต่ละหน้าที่งาน โดยหน้าที่งานใดมีอัตราการผลิตสูงกว่าอัตราการนำเข้าของปริมาณผลผลิตจะดำเนินการปรับลดจำนวนแรงงาน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องระหว่างอัตราการผลิตในแต่ละหน้าที่งานกับปริมาณผลผลิตนำเข้า

4.1.3) เปรียบเทียบจำนวนแรงงานก่อน และหลังการปรับลดแรงงานในแต่ละหน้าที่งานที่ถูกปรับลดของแผนกที่ถูกคัดเลือก

4.2) การศึกษาการทำงาน มุ่งเน้นการลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น รวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือจำนวนแรงงานในการทำงาน โดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยทำงานเพื่อลดจำนวนแรงงาน แล้วนำไปเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา (ซึ่งจะกล่าวต่อไปในการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง)

5) ประเมินผลภายหลังการปรับลดจำนวนแรงงานในหน้าที่งานของแผนกที่ถูกคัดเลือก โดยประเมินอัตราการผลิตในหน้าที่งานที่ถูกปรับลดจำนวนแรงงานว่าส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของแผนกหรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบผลของร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล และกำลังการผลิตของขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นลอยด์ภายหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน

2.2.1.3 การบรรจุ

เป็นขั้นตอนการนำชิ้นเนื้อลอยด์บรรจุลงในถุงบรรจุพร้อมสำหรับการแช่เย็น และส่งออก ปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังการผลิต และประสิทธิภาพการทำงาน คือ วิธีการทำงานของพนักงาน การวางผังการออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน และวัสดุอุปกรณ์ในการบรรจุ เป็นต้น ซึ่งจากการสำรวจสภาพปัจจุบันสิ่งที่ทำให้กำลังการผลิตของขั้นตอนนี้ต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา คือ การวางผังการดำเนินงานที่ซับซ้อน ใช้ระยะเวลา และระยะทางการเคลื่อนที่มาก แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพ ได้แก่ ออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุใหม่ เพื่อลดระยะเวลา และระยะทางการเคลื่อนที่ของแผนกบรรจุ ส่งผลต่อการเพิ่มกำลังการผลิตในขั้นตอนดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษากระบวนการดำเนินงานของแผนกบรรจุ ด้วยการสร้างแผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow process chart) ประกอบไปด้วย ระยะทางการเคลื่อนที่ เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะสร้างแผนภูมิกระบวนการผลิตทุกผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแผนกบรรจุ หลังจากนั้นสร้างไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow diagram) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ในแผนกบรรจุทั้งหมด ได้แก่ จำนวนและขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวก พื้นที่การทำงาน พื้นที่ใช้สอยของแผนกบรรจุและเส้นทางการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังแผนกบรรจุในปัจจุบัน โดยกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพการวางผังได้แก่

ก. ระยะทางการเคลื่อนที่ (Distance of Movement)

ข. เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการ (Total Lead Time)

ค. ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (% Area Utilization)

3) ออกแบบการวางผังแผนกบรรจุใหม่โดยการออกแบบการวางผังจะคำนึงถึงความเป็นไปได้ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ทำการออกแบบการวางผัง 2 รูปแบบเพื่อพิจารณาเลือกการวางผังที่เหมาะสม ซึ่งการออกแบบการวางผังถูกพิจารณาภายใต้สภาวะ ดังต่อไปนี้

ก. การไหลเป็นเส้นตรง (I-shape Flow Pattern) โดยการวางผังที่ได้รับการออกแบบนั้นจะมีลักษณะของการไหลในแต่ละขั้นตอนการทำงานของแผนกบรรจุให้มีความเป็นเส้นตรงมากที่สุด เพื่อลดระยะทางการเคลื่อนที่ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

ข. ระยะทางการเคลื่อนที่น้อยที่สุดโดยการออกแบบการวางผังจะต้องมีกระบวนการไหลของวัสดุ และ/หรือแรงงานที่มีระยะทางการเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด

ค. กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กันต้องอยู่ใกล้กันเพื่อลดระยะทางการเคลื่อนที่ และความซับซ้อนของกระบวนการไหลของวัสดุ และ/หรือแรงงาน

4) ประเมินเพื่อคัดเลือกการวางผังของแผนกการบรรจุที่ดีที่สุดตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่กำหนด

2.2.2 ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ตามแนวทางในข้อ 2.2

2.2.3 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

นำผลที่ได้จากการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดคอขวดของกระบวนการ และ/หรือขั้นตอนที่กำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา มาสรุปค่าชี้วัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อน และหลังการปรับปรุงของกระบวนการปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

2.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีการเปลี่ยนแปลง หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงทรัพยากร เช่น การเพิ่มหรือลดเครื่องจักร และจำนวนพนักงาน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ เป็นต้น

2.3.1 เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตมีหลายตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งในที่นี้การเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะใช้กำลังการผลิตเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการผลิตที่ต้องได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพพิจารณาจากขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวด และ/หรือกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา และการบรรจุดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1.1 การทำเย็นปลา

การจะทำให้ขั้นตอนการทำเย็นปลาใช้ระยะเวลาน้อยลง และมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องมีอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงที่จะทำให้อุณหภูมิตัวปลาลดลงอย่างรวดเร็ว และปริมาณอุณหภูมิของน้ำในการทำเย็นปลาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่ออัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของตัวปลา ยิ่งน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำก็จะสามารถเพิ่มอัตราการลดลงของอุณหภูมิปลาได้มากขึ้น จึงเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำเย็นปลาด้วยระบบการ

แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange System) โดยใช้ความเย็นของน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำของขั้นตอนการละลายปลาไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับอุณหภูมิน้ำที่เข้าสู่ขั้นตอนการทำเย็นปลาส่งผลให้อุณหภูมิน้ำในขั้นตอนการทำเย็นปลาต่ำลงในขณะที่อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการละลายเพิ่มขึ้น โดยในที่นี้จะมุ่งเน้นการศึกษาระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยหลักการคำนวณอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) นำไปประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเพื่อการออกแบบระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนในอนาคต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาก่อนการแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณอุณหภูมิน้ำหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยใช้หลักของอุณหภูมิศาสตร์ (Thermodynamics) คำนวณจากสูตร (Suwatthikul, 2010)

$$Q = mc\Delta t \qquad (1)$$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อน (กิโลจูล)

m = ปริมาณ หรือมวลของสาร (กิโลกรัม)

c = ค่าความจุความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเคลวิน)

Δt = ผลต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้าย (องศาเซลเซียส)

นอกจากนี้ยังคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการนำความร้อนออกจากตัวปลาต่อกิโลกรัมโดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละวัน เพื่อใช้ในการคำนวณกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น

2) ศึกษาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยคำนวณค่าอุณหภูมิของน้ำหลังหลังผ่านขั้นตอนการทำเย็นปลาซึ่งเป็นอุณหภูมิหลังการทำเย็นปลาที่เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นในปัจจุบันที่จากการคำนวณ หลังจากนั้นนำค่าอุณหภูมิน้ำที่ได้ไปคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นภายหลังแลกเปลี่ยนความร้อน โดยคำนวณจากสูตร (1)

3) เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลา จากการคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่หลังการแลกเปลี่ยนความร้อน (ข้อ 2) นำมาเปรียบเทียบกับค่า

พลังงานความร้อนที่ใช้ออกจากตัวปลาก่อนการแลกเปลี่ยนความร้อน (ข้อ 1) เพื่อหาผลต่างค่าพลังงานความร้อนที่ได้เพิ่มขึ้นในการนำไปประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น

4) ประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นหลังการใช้ระบบแลกเปลี่ยนความความร้อน โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้น (ข้อ 3) และค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการนำความร้อนออกจากตัวปลาต่อกิโลกรัม (ข้อ 1)

2.3.1.2 การบรรจุ

เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุขั้นตอนการบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขั้นตอนการบรรจุชิ้นลอยด์ และขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ในที่นี้จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ซึ่งขั้นตอนการบรรจุเศษปลามีวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม และเกิดงานระหว่างกระบวนการ การนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการบรรจุ และส่งผลให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุเศษปลาเพิ่มขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาวิธีการทำงานของขั้นตอนการบรรจุเศษปลาในปัจจุบันจากการสังเกตในสถานที่ปฏิบัติงาน พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการผลิตในสายการบรรจุเศษปลา

2) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ในที่นี้ออกแบบอุปกรณ์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการบรรจุเศษปลา โดยมุ่งเน้นการออกแบบ ดังนี้

ก. อัตราการบรรจุเพิ่มมากขึ้น

ข. ลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น

ค. ง่ายต่อการใช้งานของพนักงาน

3) ประเมินประสิทธิภาพก่อน และหลังการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลา

2.3.2 ประยุกต์ใช้แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

2.3.3 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

นำผลที่ได้จากการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดคอขวดของกระบวนการ และ/หรือขั้นตอนที่กำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา มาสรุปค่าชี้วัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

2.4 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

3. การจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น โดยมีขั้นตอนการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ดังนี้

1.) ศึกษา และรวบรวมข้อมูลในการจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

2) ออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Microsoft Excel โดยระบบการตัดสินใจจัดทำภายใต้เงื่อนไขอัตราการผลิตคงที่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบ และจำนวนพนักงานเป็นต้น

3) เสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจต่อทางโรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

4. สรุปผลการศึกษา ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

บทที่ 3

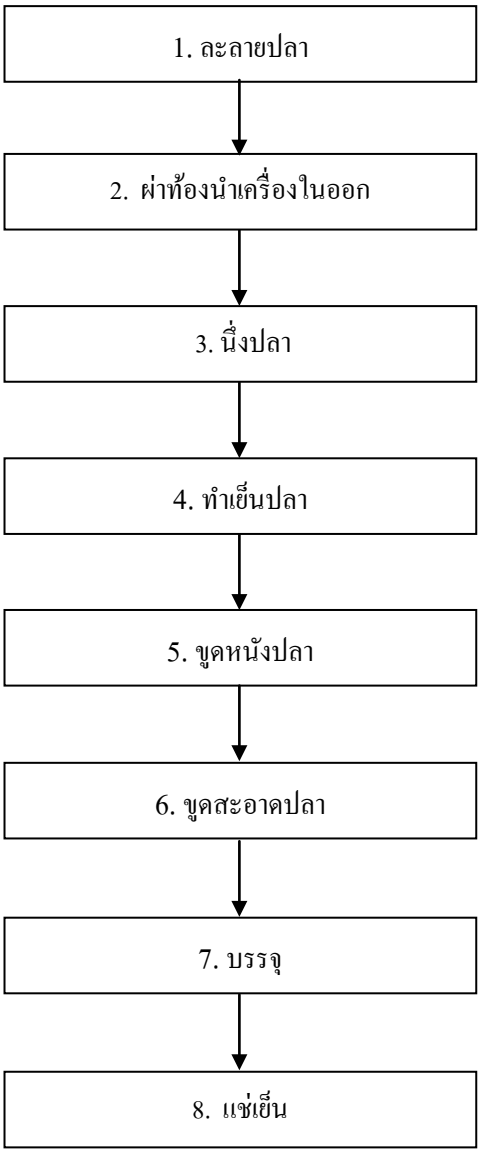
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

การสำรวจสภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูล กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ข้อมูลการผลิต วิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต และการระบุปัญหาของขั้นตอนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นที่เป็นจุดคอขวด และ/หรือมีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ และกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ โดยกระบวนการเตรียมวัตถุดิบประกอบไปด้วยขั้นตอน (1) การละลายปลา (2) การผ่าท้องนำเครื่องในออก (3) การนึ่งปลา และ (4) การทำเย็นปลา ส่วนกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบประกอบไปด้วยขั้นตอน (5) การขูดหนังปลา (6) การขูดสะอาดชิ้นปลา (7) การบรรจุ และ (8) การแช่เย็น ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4. กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

จากแผนภูมิกระบวนการผลิต (ภาพที่ 4) สามารถอธิบายรายละเอียดการปฏิบัติงานอย่างละเอียดได้ดังนี้

1.1.1 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

1.1.1.1 การละลายปลา

วัตถุดิบที่เข้าสู่สายการผลิตจะเป็นปลาทูน่าที่อยู่ในสภาพแช่แข็ง จึงต้องนำปลามาละลายด้วยน้ำจนได้อุณหภูมิปลาที่กำหนดพร้อมสำหรับการผลิตในขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการละลายตามลำดับ ดังนี้

1) เตรียมน้ำละลาย โดยเติมน้ำใส่ลงในบ่อเก็บน้ำสำหรับละลายปลาขนาด 3 ลูกบาศก์เมตร หลังจากนั้นเติมเกลือผสมร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำ

2) นำปลาทูน่าแช่แข็งที่คัดขนาดแล้วเทลงในถังละลายปลาแต่ละถัง ใส่ถังละ 500 กิโลกรัม แล้วนำถังละลายปลาจัดเข้าจุดละลายปลา

3) เชื่อมต่อสายยางน้ำเข้าบริเวณก้นถังละลายปลา และเชื่อมต่อสายยางน้ำออกบริเวณบนถังละลายปลา โดยให้สายยางน้ำออกอยู่ในรางระบายน้ำ แล้วเปิดน้ำจากบ่อเก็บน้ำสำหรับละลายปลาใส่ถังละลายปลาจนเต็มปล่อยให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา

4) สุ่มวัดอุณหภูมิใจกลางปลาจากปลาที่ด้านล่างถังละลายปลาในระหว่างละลายปลา โดยวัดอุณหภูมิทุกๆ 30 นาที จนกระทั่งได้อุณหภูมิ -4 ถึง 0 องศาเซลเซียสจึงปิดน้ำและปล่อยน้ำออกจากถังละลายปลาจนหมด

1.1.1.2 การผ่าท้องนำเครื่องในออก

ปลาที่ผ่านกระบวนการละลายจะเข้าสู่กระบวนการผ่าท้องนำเครื่องในออก เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ส่งผลต่อคุณภาพปลา ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานตามลำดับ ดังนี้

1) เรียงปลาที่ละลายแล้วลงบนสายพาน แล้วปล่อยปลาให้เคลื่อนไปตามสายพานให้น้ำสะอาดฉีดพ่นลงบนตัวปลาเพื่อทำความสะอาดตัวปลา

2) ผ่าท้องนำเครื่องในออก โดยใช้มีดปลายแหลมกรีดเป็นเส้นตรงตามแนวนอนที่หน้าท้องปลา แล้วใช้มีดแทงด้านหลังแก้มปลา ตัดและดึงไส้ปลาออกปล่อยใส่ลงในถังเก็บซากดิบสังเกตสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ เช่น เชือก เบ็ด เป็นต้น นำออกให้หมดไม่ให้มีหลงเหลืออยู่ในช่องท้องปลาหากมีไข่ปลาให้ใส่ตะกร้าแยกจำหน่าย

3) ปล่อยปลาที่ผ่าท้องนำเครื่องในออกเรียบร้อยแล้วตามสายพานเพื่อทำความสะอาด โดยให้น้ำสะอาดฉีดพ่นลงบนตัวปลา และด้านในตัวปลาแล้วนำปลาขึ้นเรียงบนรถตะแกรงเพื่อเตรียมเข้าสู่ขั้นตอนการนึ่งต่อไป

1.1.1.3 การนึ่งปลา

ปลาที่ผ่านขั้นตอนการผ่าท้องนำเครื่องในออกจะเข้าสู่กระบวนการนึ่งปลาด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ เพื่อทำให้ปลาสุกพร้อมสำหรับการแปรรูป โดยเวลาในการนึ่งปลาขึ้นอยู่กับขนาดของปลาแต่ละชนิด ซึ่งมีขั้นตอนการนึ่งปลาตามลำดับ ดังนี้

1) เข็นรถตะแกรงปลาเข้าสู่หม้อนึ่งไอน้ำ (6 คันต่อตู้นึ่ง) ปิดประตู้หม้อนึ่งให้สนิท แล้วเปิดวาล์วฉีดน้ำ 1 นาที เพื่อเป็นการล้างตัวปลาให้สะอาดอีกครั้ง เปิดวาล์วไล่อากาศและวาล์วท่อระบายน้ำทิ้ง

2) ปิดวาล์วท่อน้ำทิ้ง แล้วเปิดวาล์วไอน้ำ เมื่อไล่อากาศเป็นเวลานาน 10 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิในตู้นึ่งจะอยู่ประมาณ 90 – 98 องศาเซลเซียสหลังจากนั้นปิดวาล์วไล่อากาศจนอุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส แล้วทำการนึ่งปลาต่อตามตารางนึ่งปลาที่กำหนด (รายละเอียดแสดงในตารางผนวกที่ ก3)

3) ตรวจสอบความดันภายในตู้ไม่ให้เกิน 1 PSIและควบคุมอุณหภูมิให้กลับมาอยู่ในช่วง 90 – 98 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นต้องปรับความดันไอน้ำลงเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 90-98 องศาเซลเซียส

4) เมื่อครบเวลาการนึ่งปลาที่กำหนดทำการปิดวาล์วไอน้ำ และท่อไอน้ำพร้อมกับเปิดท่อระบายน้ำ แล้วเปิดประตูหม้อนึ่ง และนำรถตะแกรงปลาออกจากหม้อนึ่ง

5) ตรวจวัดอุณหภูมิใจกลางปลา ในกรณีที่อุณหภูมิใจกลางปลามากกว่าหรือเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส ให้แกะดูเนื้อปลาถ้าเนื้อปลาสุกทั้งหมดให้ปล่อยเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป แต่ในกรณีที่อุณหภูมิใจกลางปลาน้อยกว่า 65 องศาเซลเซียส ให้นึ่งปลาต่อไปอีก 2 – 10 นาที แล้ววัดอุณหภูมิใหม่อีกครั้ง

1.1.1.4 การทำเย็นปลา

1) นำรถตะแกรงปลาที่ผ่านการนึ่งปลาเข็นเข้าบริเวณห้องทำเย็นปลาทันที โดยภายในห้องทำเย็นปลาประกอบไปด้วยช่องทำเย็นปลา 4 ช่อง แต่ละช่องบรรจุรถตะแกรงปลาได้ 6 คัน

2) เปิดสวิทซ์เดินเครื่องปั๊มน้ำเข้าท่อหัวฉีดพ่นน้ำ ปรับหัวฉีดพ่นน้ำให้อยู่ในลักษณะพ่นฝอยมากที่สุด แล้วเริ่มจับเวลาการเปิดปิดน้ำตามโปรแกรมการทำเย็นปลาที่กำหนด

3) ติดตาม และตรวจสอบอุณหภูมิของปลาทุกๆ 30 นาทีโดยสุ่มปลาอย่างน้อย 6 ตัวต่อรถตะแกรงปลาให้ได้อุณหภูมิเฉลี่ยของปลา 35-40 องศาเซลเซียส แล้วนำรถตะแกรงปลาออกจากห้องทำเย็นปลาเข้าสู่ขั้นตอนการแปรรูปต่อไป

1.1.2 กระบวนการแปรรูปวัตถุดิบ

1.1.2.1 การขูดหนังปลา

ขั้นตอนการขูดหนังปลาเป็นการกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการ ได้แก่ หัวปลา หางปลา หนังปลา และกระดูกขนาดใหญ่ เป็นต้น เพื่อให้พร้อมสำหรับการขูดสะอาดในขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการขูดหนังปลาตามลำดับ ดังนี้

1) นำรถตะแกรงปลาที่ออกจากห้องทำเย็นปลามายังบริเวณห้องขูดหนังปลา ยกตะแกรงปลาเพื่อเทปลาลงบนโต๊ะขูดหนัง โดยอุณหภูมิของปลา ณ โต๊ะขูดหนังต้องอยู่ระหว่าง 35 – 40 องศาเซลเซียส

2) หักส่วนหัว และหางปลาออก หลังจากนั้นแกะเนื้อบริเวณหัวปลาออกให้หมด แล้วนำส่วนหัว และหางปลาไปจำหน่ายเป็นเศษซาก สังเกตและนำสิ่งแปลกปลอมที่ติดมากับตัวปลาออก เช่น เบ็ด เชือกฟาง เป็นต้น

3) ใช้มีดขูดหนังปลาออกให้หมด โดยหยิบตัวปลาขึ้น หันส่วนหางปลาเข้าสู่ตัว ใช้มีดขูดบริเวณหนังปลาขึ้นลงจนกว่าหนังปลาจะหลุดออกมาหมด

4) ใช้มีดขูดครีบปลาด้านบนออก โดยขูดจากปลายหางขึ้นไปยังส่วนหัว จนครีบปลาหลุดออกหมด บริเวณส่วนท้องให้หงายตัวปลาขึ้น แล้วใช้มีดขูดจากส่วนปลายหางขึ้นไป เพื่อให้หนังบริเวณท้องหลุดออก

5) แบ่งปลาออกเป็น 2 ซีก แล้วดึงเอากระดูกกลางใหญ่ออกจากตัวปลา โดยที่ไม่ให้กระดูกกลางหักระหว่างการเลาะหลังจากนั้นประกบปลากลับตามเดิมเพื่อให้พร้อมสำหรับการขูดสะอาดในขั้นตอนต่อไป

1.1.2.2 การขูดสะอาดชิ้นปลา

ปลาที่ผ่านขั้นตอนการขูดหนังปลาแล้วจะถูกส่งเข้าสู่การขูดสะอาดชิ้นปลา เป็นการนำก้างปลาขนาดเล็ก และเลือดที่แข็งตัวออกจากชิ้นลอยด์ (Loin) เพื่อให้ได้ชิ้นเนื้อที่ปราศจากสิ่งที่ไม่ต้องการ ลักษณะการขูดสะอาดของปลาขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ซึ่งลักษณะการขูดสะอาดชิ้นปลา 3 ลักษณะ คือ ขูดสะอาด 30%, ขูดสะอาด 60% และขูดสะอาด 90% ซึ่งมีขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา ดังนี้

1) นำปลาที่ผ่านขั้นตอนการขูดหนังปลามาไว้บริเวณโต๊ะขูดสะอาดชิ้นปลา หลังจากนั้นพนักงานหยิบปลาแบ่งออกเป็น 2 ชิ้น แล้วใช้มีดกรีดแบ่งครึ่งปลาแต่ละซีก (ปลา 1 ตัวแบ่งได้ 4 ชิ้น)

2) จับปลาในลักษณะหันส่วนหัวขึ้นแล้วใช้มีดกรีดส่วนที่เป็นเลือดออกมา แล้วขูดเลือดออกให้มากที่สุด แล้วใช้สันมือข้างที่จับมีดถูบริเวณร่องเลือดของปลาให้สีสม่ำเสมอ

3) แยกก้างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 มิลลิเมตร ยาวมากกว่า 3 เซนติเมตรออกให้หมดจะได้ชิ้นเนื้อปลาที่ผ่านการขูดสะอาดหรือที่เรียกว่าชิ้นลอยด์ ใส่ลงในกระบะแล้วนำเข้าสู่ห้องบรรจุพร้อมสำหรับขั้นตอนการบรรจุ

1.1.2.3 การบรรจุ

ชิ้นลอยด์ที่ผ่านขั้นตอนการขูดสะอาดจะเข้าสู่ขั้นตอนการบรรจุ โดยถูกนำมาบรรจุลงถุงบรรจุเนื้อซึ่งเป็นถุงพลาสติกประเภทโพลีเอทธาลีน (Polyethylene: PE) ซึ่งมีขั้นตอนการบรรจุตามลำดับ ดังนี้

1) นำกระบะที่บรรจุชิ้นเนื้อปลาผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ ในกรณีที่เครื่องส่งสัญญาณร้องเตือนให้นำกระบะที่บรรจุชิ้นลอยด์นั้นส่งให้พนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพค้นหาเศษโลหะ

2) ชิ้นลอยด์ที่ผ่านการตรวจจับโลหะนำไปตรวจสอบคุณภาพ โดยการตรวจหา defect ต่างๆ เช่น ก้าง เกล็ด หนัง เป็นต้น ก่อนการบรรจุถุง หากไม่ได้มาตรฐานให้คืนแผนกขูดสะอาดดำเนินการแก้ไข

3) เตรียมถุงบรรจุ โดยพิมพ์รหัสลงบนถุงที่มุมขวา เพื่อการชี้บ่ง และสืบย้อนกลับผลิตภัณฑ์

4) นำชิ้นลอยด์บรรจุลงในถุง โดยเรียงชิ้นเนื้อส่วนล่างและส่วนบนสลับกันไป แล้วนำไปชั่งน้ำหนักตามที่กำหนด ปริมาณที่บรรจุขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า

1.1.2.4 การแช่เย็น

ชิ้นลอยด์ที่บรรจุถุงแล้วจะถูกลำเลียงไปยังถังแช่เย็น โดยเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกแต่ละถุงถูกจัดเรียงลงในถังแช่เย็น เพื่อควบคุมอุณหภูมิชิ้นลอยด์ไม่ให้เกิน 10 องศาเซลเซียส ระหว่างการขนส่ง ซึ่งมีขั้นตอนการแช่เย็นตามลำดับ ดังนี้

1) ตรวจสอบความสะอาดของถังแช่เย็น หลังจากนั้นเทน้ำแข็งลงในถังแช่เย็นจนเต็มก้นถัง นำถุงที่บรรจุชิ้นลอยด์เรียงทับบนน้ำแข็งให้ทั่วถัง แล้วเทน้ำแข็งสลับจนเต็มถังแช่เย็น

2) เคลื่อนย้ายถังแช่เย็นที่บรรจุสินค้าไปยังบริเวณลานขนส่งสินค้า เตรียมรอการขนส่งไปยังลูกค้า

1.2 ข้อมูลการผลิตของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

1.2.1 ชนิดและประเภทวัตถุดิบของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ดำเนินธุรกิจในการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นซึ่งมีการดำเนินธุรกิจในรูปแบบรับจ้างผลิต ส่งให้กับโรงงานอุตสาหกรรมบรรจุปลาทูน่าขนาดใหญ่ โรงงานกรณีศึกษามีปลาทูน่าเป็นวัตถุดิบในการผลิตหลายชนิด ได้แก่ ปลาโอแถบ ปลาครีบเหลือง ปลาตาโต ปลาโอดำ และปลาโอลาย เป็นต้น โดยชนิดของปลาทูน่าที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุด

คือ ปลาโอแถบ คิดเป็นร้อยละ 71.43 ของชนิดปลาทูน่าทั้งหมด จึงเลือกชนิดปลาโอแถบมาทำการศึกษาในครั้งนี้ ปลาโอแถบที่ใช้ในการผลิตมีหลายขนาด ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาได้แบ่งปลาโอแถบออกเป็น 5 ขนาดตามน้ำหนักต่อตัวปลา ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การแบ่งขนาดของปลาโอแถบในโรงงานกรณีศึกษา

ขนาดของวัตถุดิบ	น้ำหนักต่อตัว (กิโลกรัม)
1	1.40 – 1.80
2	1.80 – 2.49
3	2.49 – 3.40
4	3.40 – 5.00
5	5.00 ขึ้นไป

1.2.2 ปริมาณการผลิตและสัดส่วนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

โรงงานกรณีศึกษาได้มีการกำหนดกำลังการผลิตเป้าหมายอยู่ที่ 30 ตันวัตถุดิบต่อวัน จากข้อมูลการผลิตในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554 พบว่า จำนวนวันทำงานทั้งสิ้น 24 วัน มีปริมาณการผลิตทั้งหมดประมาณเฉลี่ย 17.1 ตันวัตถุดิบต่อวัน โดยมีปริมาณการผลิตของปลาแต่ละขนาดแตกต่างกันไป จากข้อมูลพบว่า วัตถุดิบขนาดที่ 3 มีปริมาณการผลิตสูงที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 34.61 รองลงมาคือ วัตถุดิบขนาดที่ 2, 4, 1 และ 5 โดยมีการผลิตคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28.14, 14.91, 10.52 และ 10.22 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. ปริมาณการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554

ขนาดวัตถุดิบ	ปริมาณการผลิตทั้งหมด (กิโลกรัมวัตถุดิบต่อเดือน)	ปริมาณการผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมวัตถุดิบต่อวัน)	สัดส่วนการผลิต (%)
1	43,203	1,800.12	10.52
2	115,563	4,815.12	28.14
3	148,704	6,196.00	36.21
4	61,231	2,551.29	14.91
5	41,971	1,748.79	10.22
รวม	410,672	17,111.32	100

1.2.3 ร้อยละผลผลิตและสมดุลมวลของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหนักของวัตถุดิบตลอดกระบวนการผลิตข้อมูลการผลิตที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิต คือ ร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield) ในแต่ละกระบวนการ

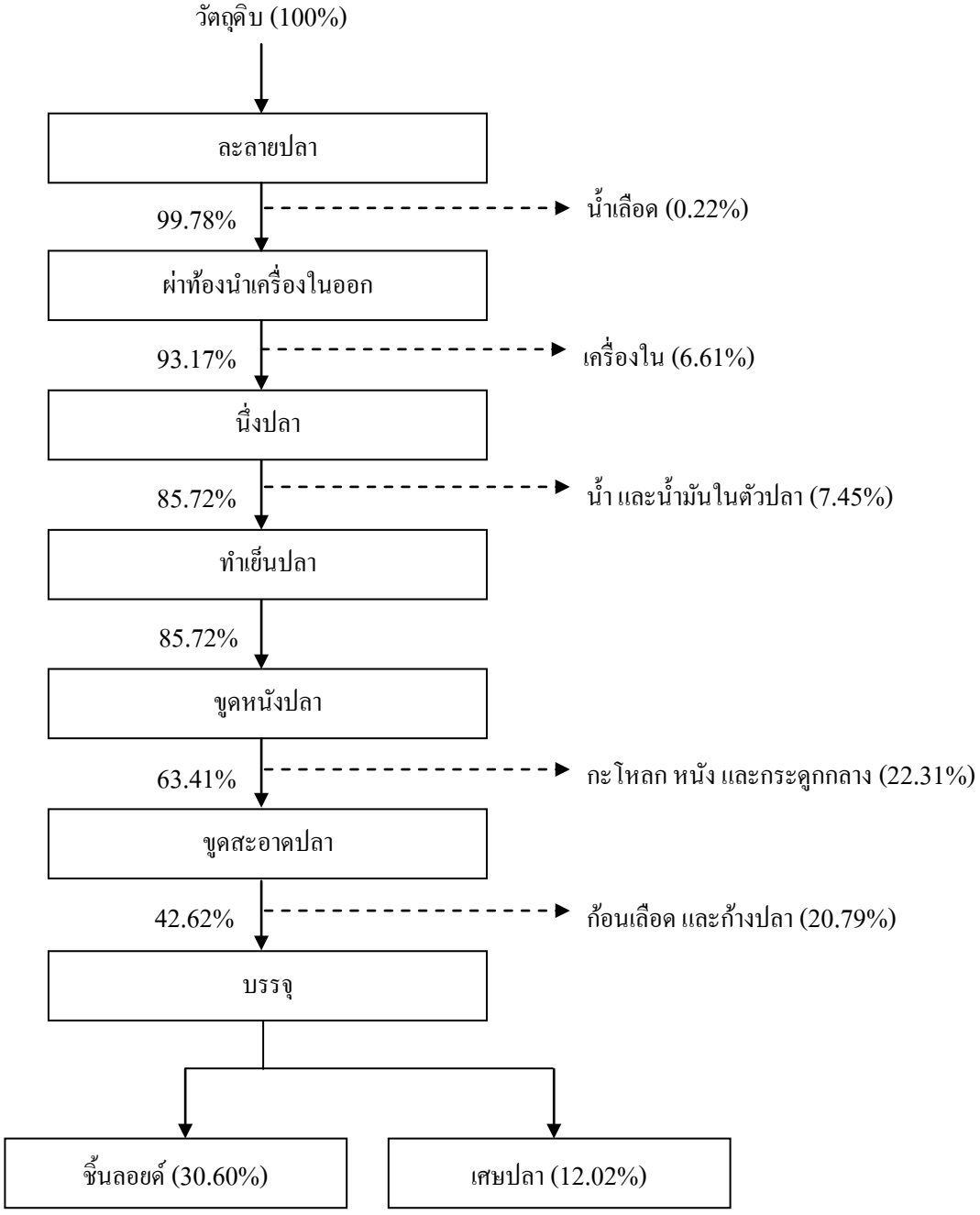
การคำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนเบื้องต้นจะรวบรวมข้อมูล และคำนวณแยกตามขนาดของวัตถุดิบ เพราะปลาขนาดแตกต่างกันจะให้ร้อยละผลผลิตในแต่ละกระบวนการที่แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการคำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาด

ขั้นตอนการผลิต	ร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขนาด (%)				
	1	2	3	4	5
ละลายปลา	99.97	99.77	99.78	99.78	99.60
ผ่าท้องนำเครื่องในออก	94.04	93.26	92.78	93.46	92.95
นึ่งปลา	87.01	86.13	85.78	85.26	83.68
ทำเย็นปลา	87.01	86.13	85.78	85.26	83.68
ขูดหนังปลา	63.17	63.06	63.57	64.27	62.79
ขูดสะอาดปลา	41.86	42.10	42.88	43.32	42.89
บรรจุ	41.86	42.10	42.88	43.32	42.89
ชิ้นลอยด์	29.61	29.79	30.81	31.94	31.15
เศษปลา	12.25	12.31	12.07	11.38	11.74

ร้อยละผลิตที่ได้ของวัตถุดิบแต่ละขนาด เมื่อพิจารณาตามขนาดของวัตถุดิบ พบว่า ร้อยละผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มสูง เมื่อขนาดของวัตถุดิบใหญ่ขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนการผลิต พบว่า ขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลามีการสูญเสียร้อยละผลผลิตที่ได้มากที่สุดในวัตถุดิบแต่ละขนาด

ข้อมูลร้อยละผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ สามารถนำมาใช้หาสมดุลมวล และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5. สมดุลมวลของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุก

1.2.3 แรงงานของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตปลาทูน่าแปรรูปที่ต้องใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปสายการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นมีการทำงาน 2 กะทำงานกะละ 10 ชั่วโมง แต่เนื่องด้วยในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554 เป็นต้นมา เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบส่งผลให้โรงงานกรณีศึกษาต้องปรับลดกะการทำงานให้เหลือเพียงกะการทำงานเดียว ทำให้จำนวนแรงงานลดลงไปด้วย กระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษาในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีหลายตำแหน่งงานที่มีความต้องการใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก และบางตำแหน่งงานต้องอาศัยแรงงานที่มีทักษะความสามารถเฉพาะในการทำงาน โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดประเภทของแรงงาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แรงงานที่ให้ประสิทธิผล ซึ่งเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูดหนังและขูดสะอาด และแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล ซึ่งเป็นแรงงานในขั้นตอนที่เหลือ และรวมถึงแรงงานบริการและหัวหน้างาน จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า โรงงานกรณีศึกษามีแรงงานทั้งหมด 245 คน แบ่งออกเป็น แรงงานที่ให้ประสิทธิผล 126 คน และแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล 119 คน โดยจำนวนแรงงานที่ใช้ในสายการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นแยกตามตำแหน่งงาน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5. จำนวนแรงงานในแต่ละตำแหน่งงานของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

ตำแหน่งงาน	จำนวนแรงงาน (คน)
เตรียมวัตถุดิบ	4
ละลายปลา	3
ผ่าท้องนำเครื่องในออก	15
นึ่งปลา	1
ทำเย็นปลา	5
ขูดหนังปลา	32
ขูดสะอาดปลา	94
บรรจุ	39
แช่เย็น	2
งานบริการ	38
หัวหน้างาน	12
รวม	245

1.3 ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

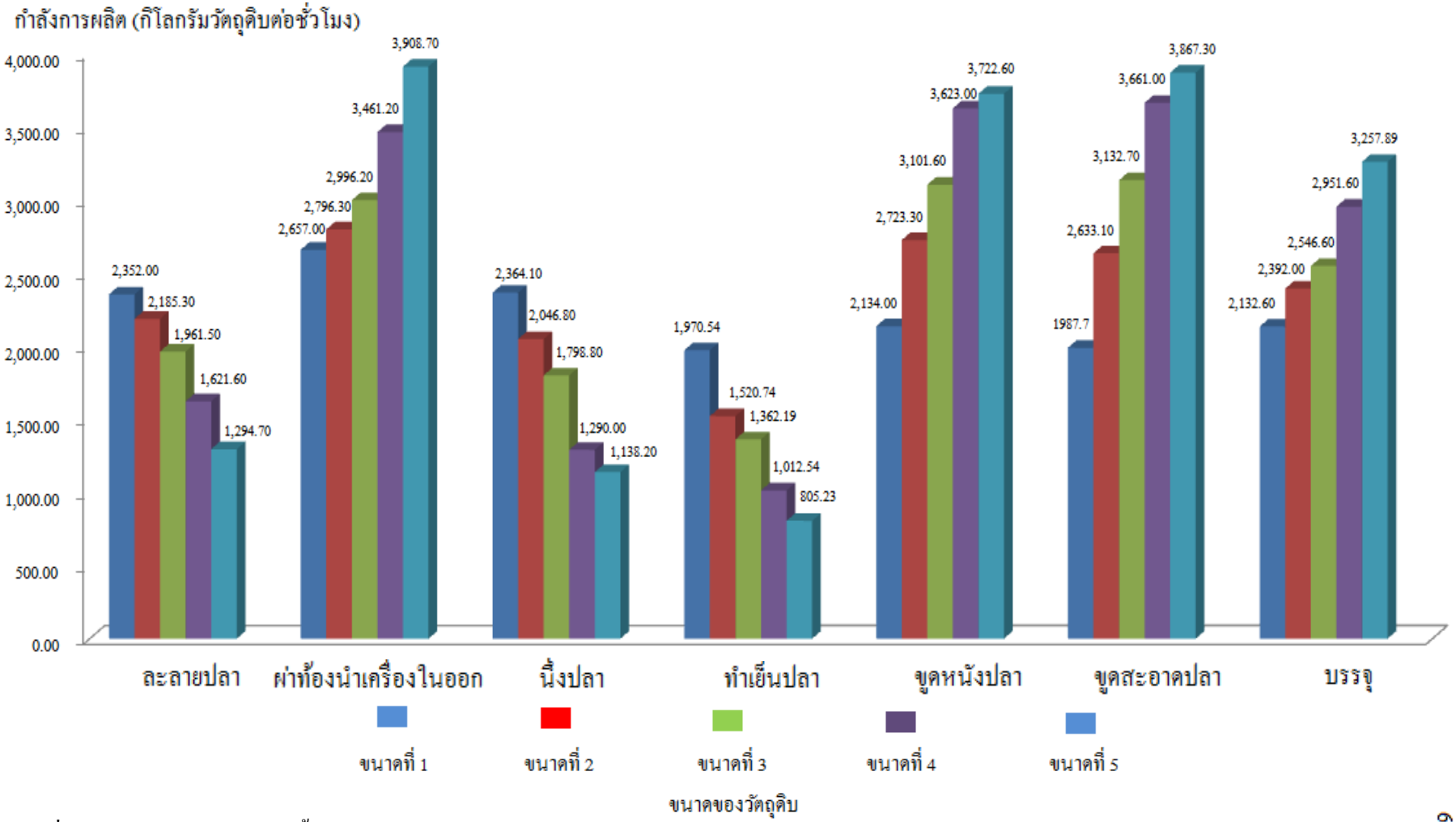
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น เพื่อให้ทราบถึงความสามารถของการผลิตในปัจจุบัน และนำไปสู่การระบุปัญหาของขั้นตอนการผลิต โดยมีการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงาน ได้แก่ กำลังการผลิต ค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิต ร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผล เวลาทั้งหมดของการผลิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 กำลังการผลิต (Capacity)

ในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นจะมีการสูญเสียน้ำหนักในแต่ละขั้นตอนการผลิต จึงจำเป็นต้องคำนวณกำลังการผลิตในฐานเดียวกัน ซึ่งเป็นฐานน้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น ดังนั้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตต้องนำค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนมาใช้ในการ

คำนวณกำลังการผลิต เพื่อสามารถเปรียบเทียบว่าน้ำหนักวัตถุดิบที่สูญเสียไปคิดเป็นปริมาณเท่าใดของน้ำหนักวัตถุดิบเริ่มต้น

การคำนวณกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นจะคำนวณแยกตามขนาดของวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบที่มีขนาดที่แตกต่างกันจะส่งผลให้เกิดกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6. กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ

จากข้อมูลกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ (ภาพที่ 7) พบว่า ขั้นตอนการผลิตที่ใช้เครื่องจักร ได้แก่ การละลายปลา การนึ่งปลา และการทำเย็นปลา มีกำลังการผลิตลดลงเมื่อขนาดของวัตถุดิบใหญ่ขึ้น เนื่องจากขนาดของตัวปลาที่ใหญ่ส่งผลต่อการระบายความร้อนของตัวปลา ทำให้ใช้ระยะเวลานานในขั้นตอนที่ต้องการลดอุณหภูมิใจกลางปลา ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นลา และเพิ่มอุณหภูมิใจกลางปลาในขั้นตอนการละลายปลาและการนึ่งปลา ส่วนขั้นตอนการผลิตที่ใช้แรงงาน ได้แก่ การผ่าท้องนำเครื่องในออก การขูดหนังปลา การขูดสะอาดชิ้นปลา และการบรรจุ มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของวัตถุดิบใหญ่ขึ้น เนื่องจากใช้ระยะเวลาน้อยในการผลิตอันเป็นผลมาจากทักษะการทำงานที่ดีต่อขนาดของวัตถุดิบที่ใหญ่ขึ้น

ผลการคำนวณกำลังการผลิตเฉลี่ย (ตารางที่ 6) พบว่ากำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแตกต่างกัน เนื่องจากความสามารถในการทำงานของแต่ละขั้นตอนการผลิต และทรัพยากรที่เป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีความแตกต่างกันโดยขั้นตอนการผ่าท้องนำเครื่องในออกมีกำลังการผลิตสูงที่สุดอยู่ที่ 3.07 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง ในขณะที่ขั้นตอนการทำเย็นปลามีกำลังการผลิตต่ำที่สุดอยู่ที่ 1.36 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง ทำให้ขั้นตอนการทำเย็นปลาเป็นขั้นตอนที่กำหนดกำลังการผลิตของสายการผลิต จึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาและปริมาณการผลิตหน้างานในปัจจุบันของขั้นตอนการทำเย็นปลา พบว่า กำลังการผลิตของสายการผลิตอยู่ที่ 1.48 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง ซึ่งมีกำลังการผลิตใกล้เคียงกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 6. กำลังการผลิตเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนการผลิต	กำลังการผลิต (ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง)
ละลายปลา	1.95
ผ่าท้องนำเครื่องในออก	3.07
นึ่งปลา	1.78
ทำเย็นปลา	1.36
ขูดหนังปลา	3.03
ขูดสะอาดปลา	3.02
บรรจุ	2.53

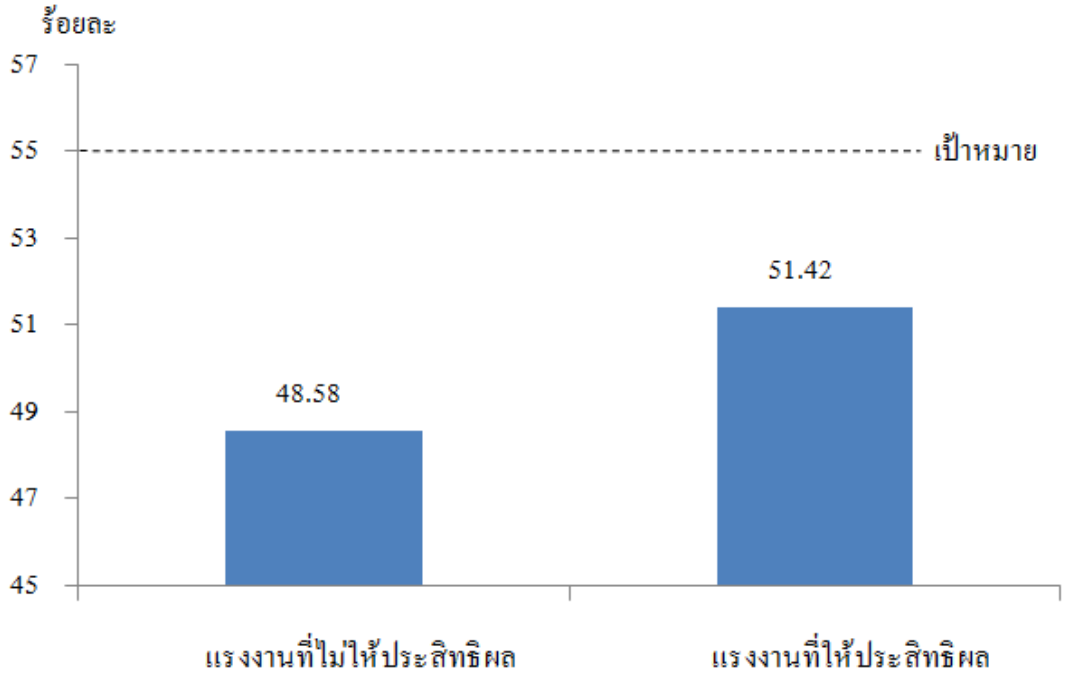
1.3.2 ค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิต

ค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิตเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งในที่นี้บ่งบอกถึงความสอดคล้องของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา จากการคำนวณค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิต พบว่า ในปัจจุบันค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิตในโรงงานกรณีศึกษาอยู่ที่ร้อยละ 78.17 (คำนวณจากสูตรหน้า 38) หมายถึง กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 78.17 ของขั้นตอนที่มีกำลังการผลิตสูงที่สุด ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตนี้มีค่าต่ำเนื่องจากขั้นตอนการผลิตส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตที่ต่ำกว่ากำลังการผลิตสูงที่สุดโดยขั้นตอนการผลิตที่มีกำลังการผลิตต่ำที่สุดแตกต่างกับขั้นตอนการผลิตที่มีกำลังการผลิตสูงที่สุดอยู่ที่ 1.71 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 55.60 จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิตมีค่าต่ำ ในที่นี้การเพิ่มค่าประสิทธิภาพความสมดุลของสายการผลิตทำได้โดยมุ่งเน้นการปรับกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้การไหลของผลผลิตที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตเกิดความสอดคล้องกัน

1.3.3 ร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผล

โรงงานกรณีศึกษาได้มีการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านแรงงานที่สำคัญ คือ ร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผล โดยแสดงถึงความสามารถในการผลิตของขั้นตอนการผลิตที่ก่อให้เกิดมูลค่าของผลผลิต ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดให้ขั้นตอนการขูดหนังปลา และขั้นตอนการขูดสะอาดปลาเป็นขั้นตอนการผลิตที่สร้างมูลค่าของผลผลิต

จากการคำนวณค่าร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผล พบว่า ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 51.42 ซึ่งทางโรงงานกรณีศึกษาได้มีการกำหนดเป้าหมายร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 55.00 ดังแสดงในภาพที่ 7

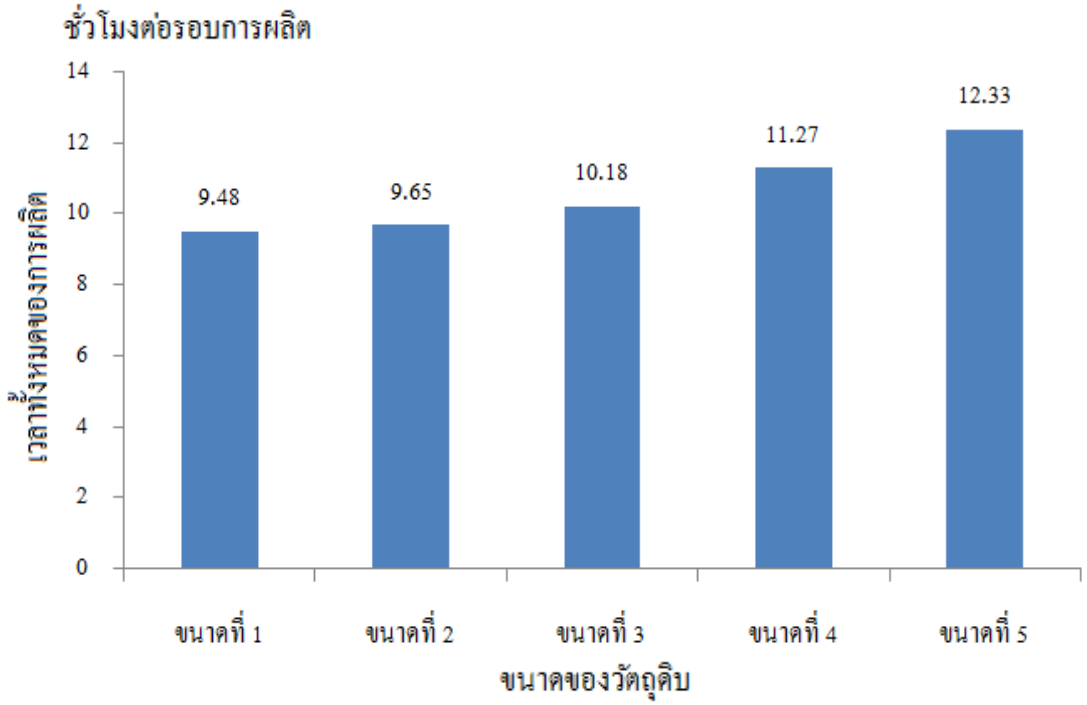


ภาพที่ 7. เปรียบเทียบร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลกับเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา

1.3.4 เวลาทั้งหมดของการผลิต

เวลาทั้งหมดของการผลิตหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต 1 รอบการผลิตในปริมาณการผลิตเฉลี่ยแยกตามขนาดของวัตถุดิบ นับตั้งแต่เวลาเริ่มของการผลิต จนถึงเวลาสิ้นสุดของการผลิต โดยเวลาเริ่มต้นของการผลิตเป็นเวลาที่เริ่มขั้นตอนการละลายปลา ส่วนเวลาสิ้นสุดของกระบวนการเป็นเวลาที่ชิ้นลอยด์บรรจุเสร็จสิ้นในรอบการผลิตนั้นๆ

จากการคำนวณหาเวลาทั้งหมดของการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ พบว่า เวลาทั้งหมดของการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาดไม่เท่ากัน โดยปลาขนาดใหญ่จะใช้เวลาทั้งหมดของการผลิตนานกว่าปลาขนาดเล็ก (ภาพที่ 8) เนื่องจากปลาที่มีขนาดเล็กจะใช้เวลาในการทำงานน้อยในบางขั้นตอนการผลิต ได้แก่การนึ่งปลา การละลายปลา และการทำเย็นปลา เป็นต้น



ภาพที่ 8. เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบแต่ละขนาดของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

1.4 ปัญหาในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

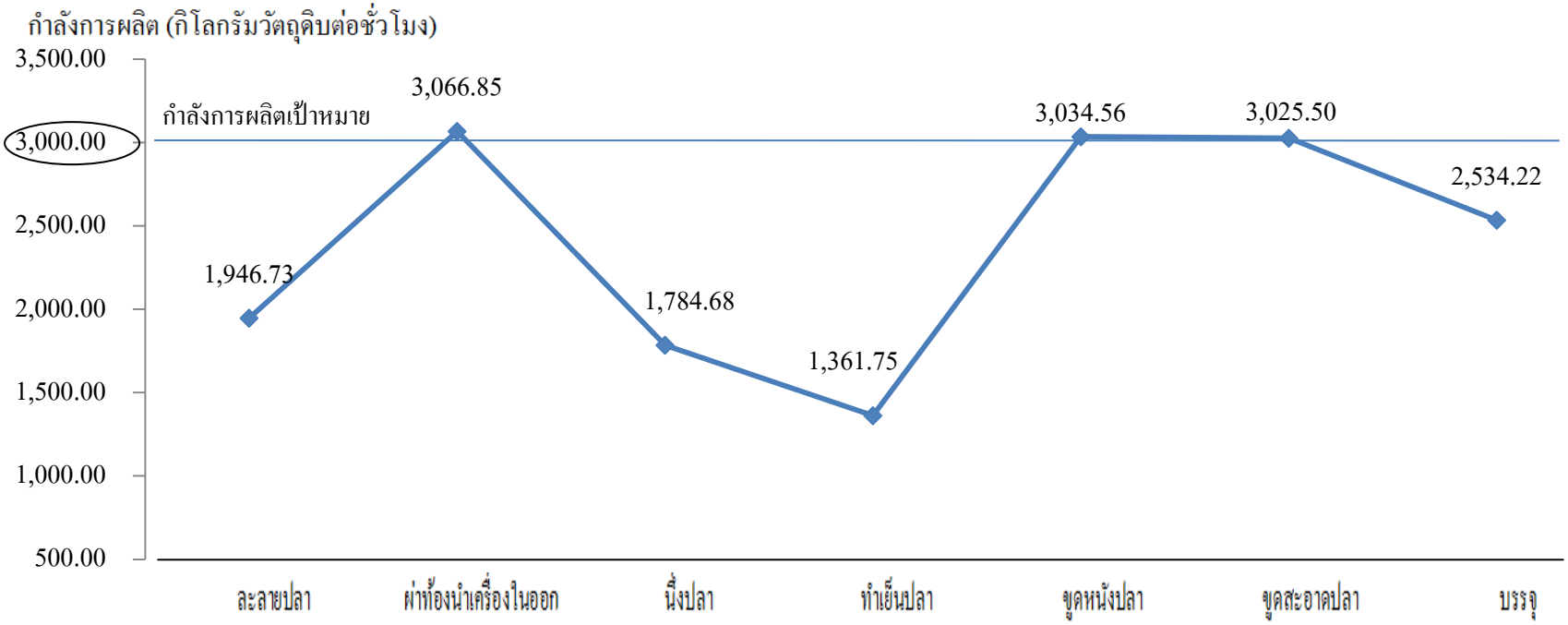
จากข้อมูลรายงานการผลิต และข้อมูลประสิทธิภาพการผลิตของโรงานกรณีศึกษาปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น สามารถใช้ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยแบ่งปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ คอขวดของกระบวนการผลิต กำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนด และร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.4.1 คอขวดของกระบวนการผลิต

จากการคำนวณกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบและกำลังการผลิตเฉลี่ย นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาหรือระบุจุดคอขวดของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา โดยการสร้างกราฟกำลังการผลิตของแต่ละขั้นตอนการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบ (ภาพที่ 7) และกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยของวัตถุดิบ (ภาพที่ 9)

พบว่า ขั้นตอนที่มีกำลังการผลิตต่ำที่สุด คือ ขั้นตอนการทำเย็นปลา ทำให้ขั้นตอนนี้กลายเป็นคอขวดของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ซึ่งจะต้องได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้น ในปัจจุบันเมื่อเกิดคอขวดในขั้นตอนการทำเย็นปลาโรงงานกรณีศึกษาได้แก้ปัญหาโดยการดำเนินการผลิตในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเวลาเริ่มงานที่กำหนด และวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่จะเข้าสู่สายการผลิตก่อนเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเตรียมวัตถุดิบนาน เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่เพียงพอและทันเวลาในการแปรรูปวัตถุดิบ

โดยทั่วไปขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวดของกระบวนการผลิตจะเป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตของสายการผลิต ในที่นี้ขั้นตอนการทำเย็นปลาเป็นขั้นตอนการผลิตที่มีกำลังการผลิตต่ำที่สุด ทำให้กำลังการผลิตของสายการผลิตต่ำลงไปด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแยกออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการเตรียมวัตถุดิบที่ต้องใช้เวลาในการทำงานมากกว่าเวลาทำงานปกติถึงจะสามารถได้วัตถุดิบพร้อมสำหรับการแปรรูป และกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบที่จะต้องเกิดการว่างงานของพนักงาน เนื่องจากขั้นตอนการทำเย็นปลาใช้เวลานานทำให้วัตถุดิบไม่พร้อมสำหรับการแปรรูปนอกจากนี้การเกิดคอขวดของกระบวนการผลิตยังส่งผลกระทบทำให้ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตต่ำ เนื่องจากการมีกำลังการผลิตต่ำของขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวดทำให้กำลังการผลิตเฉลี่ยในแต่ละขั้นตอนลดลงไปด้วย



ภาพที่ 9. กราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

1.4.2 กำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนด

โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดกำลังการผลิตเป้าหมายอยู่ที่ 30 ตันวัตถุดิบต่อวัน โดยจัดให้สายการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นมีการทำงาน 1กะทำงานกะละ 10 ชั่วโมง ดังนั้น โรงงานกรณีศึกษาต้องมีกำลังการผลิตเป้าหมายอยู่ที่ 3 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการผลิตจำเป็นต้องมีกำลังการผลิตเท่ากับ 3,000 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เพื่อให้ได้ตามกำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนดจากภาพที่ 10 พบว่า มีขั้นตอนการผลิตที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการละลายปลา ขั้นตอนการทำเย็นปลา ขั้นตอนการนึ่งปลา และขั้นตอนการบรรจุ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

1.4.3 ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

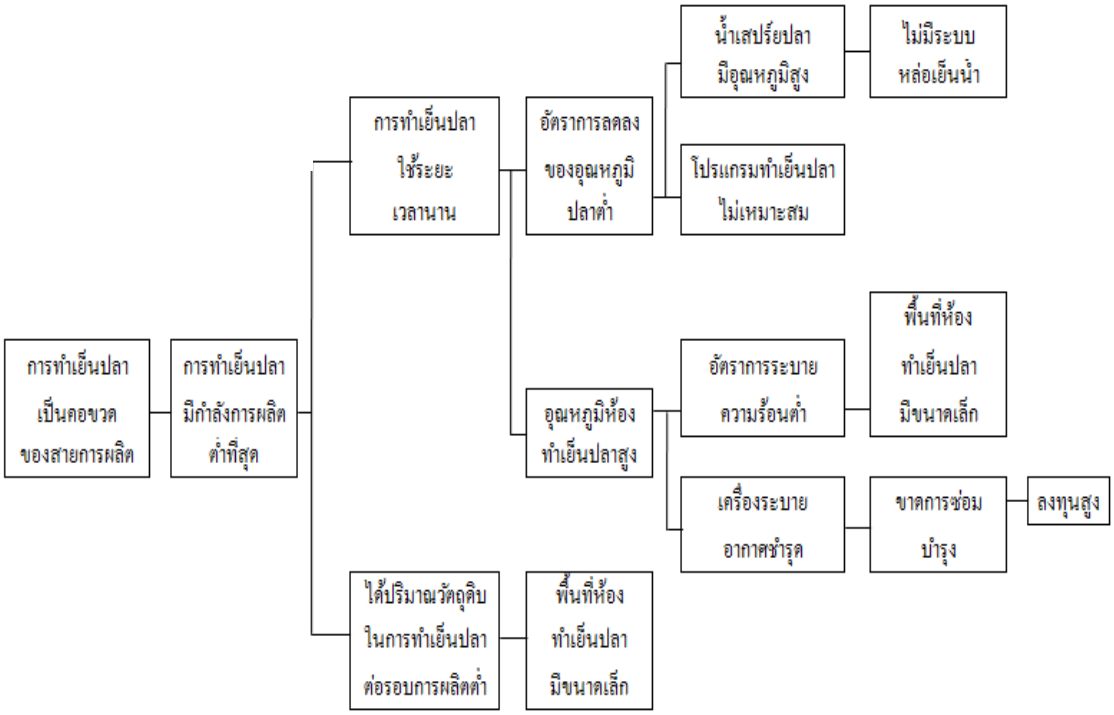
นอกจากนี้โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดเป้าหมายประสิทธิภาพด้านแรงงาน คือ ร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 55.00 แต่ในปัจจุบันร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 51.42 ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นการเพิ่มร้อยละของแรงงานที่ให้ประสิทธิผลทำได้โดยการลดจำนวนแรงงานในขั้นตอนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแล้วนำไปเพิ่มแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นลอยด์ซึ่งในที่นี้โรงงานกรณีศึกษากำหนดให้เป็นขั้นตอนที่สร้างมูลค่าการผลิตเพื่อให้อัตราการผลิตของขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นลอยด์เพิ่มมากขึ้น และสามารถได้เป้าหมายเทียบเคียงกับอุตสาหกรรมปลาทูน่าแปรรูปเดียวกัน

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

2.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ซึ่งแบ่งออกเป็น3 ประเด็น ได้แก่ คอขวดของกระบวนการผลิต กำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนด และร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดซึ่งสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ดังต่อไปนี้

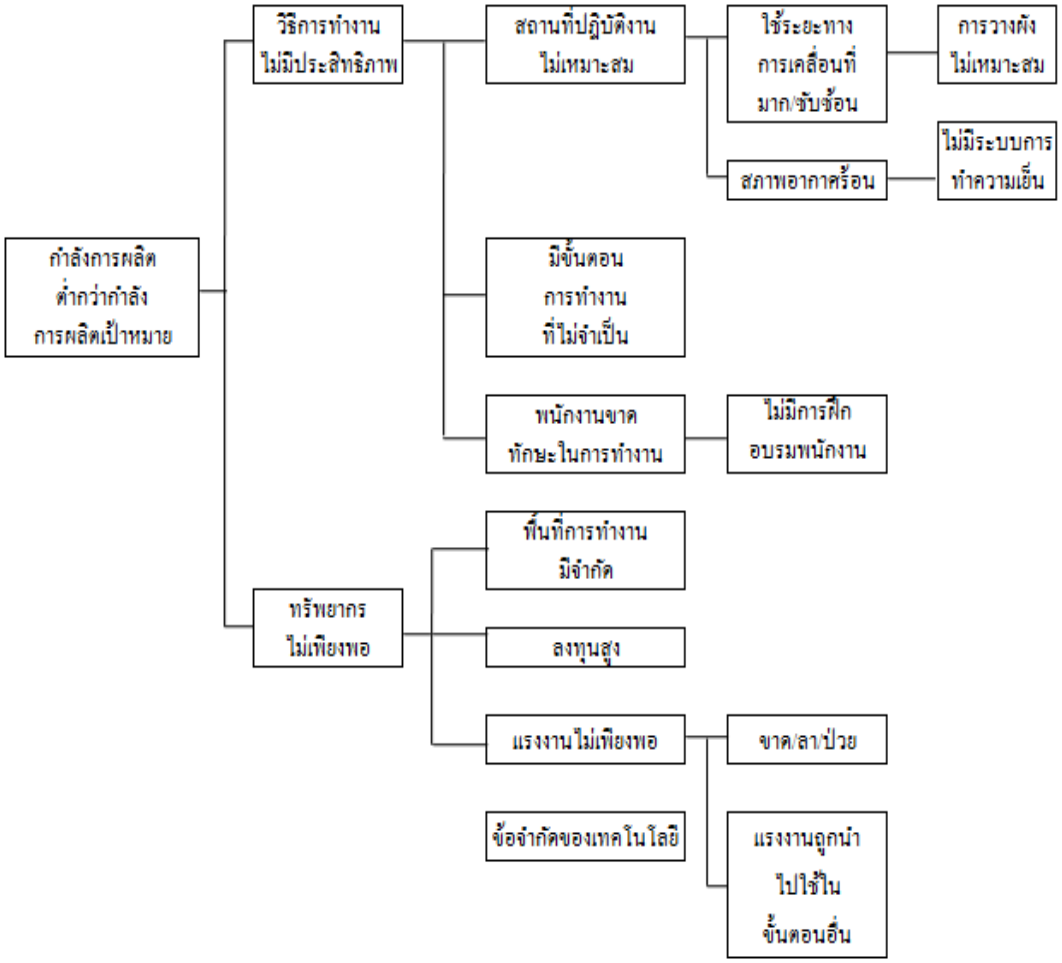
ก. ปัญหาคอขวดของกระบวนการผลิต จากกราฟกำลังการผลิตรวมของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น (ภาพที่ 9) จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการทำเย็นปลาเป็นคอขวดของกระบวนการผลิต ซึ่งมีกำลังการผลิตต่ำที่สุด จึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยการวิเคราะห์ทำไม – ทำไม (Why-Why analysis) ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิตด้วยการวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม

ขั้นตอนการทำเย็นปลามีกำลังการผลิตต่ำ เกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ พื้นที่การทำเย็นปลามีขนาดเล็ก รองรับปริมาณวัตถุดิบได้น้อย และอัตราระบายความร้อนต่ำ เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิตกับโรงงานกรณีศึกษา พบว่า ปัญหาโปรแกรมการทำเย็นปลาไม่เหมาะสม ส่งผลต่ออัตราการระบายความร้อนของตัวปลา เมื่อปลามีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้ จึงเลือกปัญหาดังกล่าวนำมาปรับปรุงแก้ไข

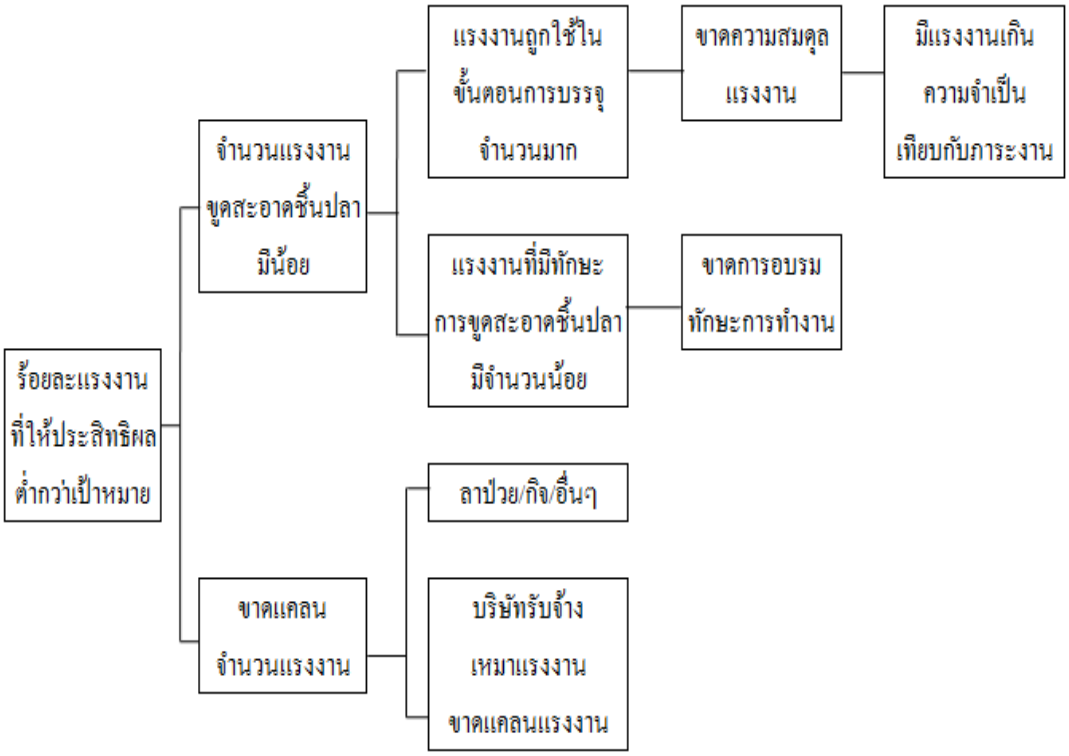
ข.ปัญหากำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนด จากกราฟกำลังการผลิต (ภาพที่ 9) พบว่า ขั้นตอนการละลายปลา การทำเย็นปลา และการบรรจุ มีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนดจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของกำลังการผลิตโดยใช้การวิเคราะห์ ทำไม – ทำไม ดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหากำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายด้วยการวิเคราะห์ ทำไม – ทำไม

จากการวิเคราะห์กับโรงงานกรณีศึกษา พบว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากการวางผังการทำงานที่ไม่เหมาะสม และขาดอุปกรณ์ช่วยทำงานในขั้นตอนการบรรจุส่งผลให้ขั้นตอนการบรรจุมีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายนอกจากนี้ข้อจำกัดของเทคโนโลยีและ/หรือทรัพยากรเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนการละลายปลา และการทำเย็นปลาต่ำ ส่งผลให้มีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายอีกด้วย

ค.ปัญหาร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด โดยแรงงานเหล่านี้เป็นแรงงานในขั้นตอนขูดสะอาดชิ้นปลา ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดสัดส่วนระหว่างแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่อจำนวนแรงงานทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 55.00 ซึ่งในปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 51.42 จากปัญหาดังกล่าวจึงถูกวิเคราะห์สาเหตุด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ ทำไม – ทำไม ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ด้วยการวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม

ผลการวิเคราะห์สาเหตุ พบว่า สาเหตุหลักของปัญหา คือ มีการใช้แรงงานจำนวนมากในขั้นตอนการบรรจุ เนื่องจากใช้แรงงานเกินความจำเป็นต่อภาระงานที่มีอยู่ ดังนั้นต้องศึกษา

การใช้แรงงานในขั้นตอนการบรรจุให้มีจำนวนแรงงานที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มจำนวนแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา ส่งผลให้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตทั้ง 3 ประเด็น พบว่า ปัญหาเกิดจาก วิธีการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีสถานที่ปฏิบัติงานไม่เหมาะสมอันเนื่องมาจากการวางผังการทำงานขาดประสิทธิภาพและการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรที่ขาดประสิทธิภาพทั้งเครื่องจักรและแรงงานเป็นต้น

2.2 แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

จากสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นได้กำหนดแนวทางการแก้ไข โดยแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนและ/หรือชนิดของทรัพยากรจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ได้แก่ ปัญหาคอขวดของกระบวนการผลิต ปัญหากำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมาย และปัญหาร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด เมื่อพิจารณาจากปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่า มี 3 ขั้นตอนการผลิตที่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา ขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา และขั้นตอนการบรรจุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1.1 การทำเย็นปลา

การทำเย็นปลาเป็นขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวดของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น และเป็นขั้นตอนที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา พบว่า โปรแกรมการทำเย็นปลาไม่เหมาะสม ทำให้ใช้เวลาในการทำเย็นปลานานอัตราการลดลงของอุณหภูมิปลาต่ำ ส่งผลให้ขั้นตอนการทำเย็นปลามีกำลังการผลิต

ต่ำ การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในที่นี้สามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานด้วยศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นใหม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบัน

ปลาทูน่าที่นึ่งสุกแล้วถูกส่งเข้าสู่ขั้นตอนการทำเย็นปลาอย่างรวดเร็ว เพื่อลดอุณหภูมิตัวปลาให้พร้อมสำหรับกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลา และป้องกันการเกิดความร้อนระอุจากการนึ่ง (Overcooking) ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของปลา ส่งผลต่อร้อยละผลผลิตที่ได้ (% Yield) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อคุณภาพของตัวปลา ได้แก่ ปริมาณความชื้นในตัวปลาอีกด้วย

ขั้นตอนการทำเย็นปลาของโรงงานกรณีศึกษา มีรางสำหรับการทำเย็นปลาจำนวน 4 ช่อง แต่ละช่องมีท่อน้ำที่มีหัวฉีดติดตั้งอยู่บนท่อสเปรย์น้ำจำนวน 90 หัวฉีดต่อรางเสปร์ยซึ่งจะพ่นน้ำออกเป็นละอองฝอยที่มีอุณหภูมิน้ำประมาณ 28 องศาเซลเซียส และสามารถบรรจุรถเข็นปลาหลังการนึ่งปลาได้ 6 คันต่อช่อง

การทำเย็นปลาในโรงงานกรณีศึกษาใช้การสเปรย์น้ำพ่นลงบนตัวปลา เพื่อลดอุณหภูมิใจกลางปลาซึ่งอยู่ที่ 65 องศาเซลเซียส ให้ลดลงมาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส ในระหว่างการทำเย็นปลาจะมีการสเปรย์น้ำสลับกับการหยุดสเปรย์เป็นระยะ ซึ่งเรียกว่า โปรแกรมการทำเย็นปลา ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7. โปรแกรมการทำเย็นของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

	ลำดับการเปิดปิดน้ำ (นาที)						
	1	2	3	4	5	6	n*
เปิดน้ำ	3	2	1	1	1	1	1
ปิดน้ำ	5	7	10	10	10	10	10

*หมายเหตุ: ดำเนินการเปิดน้ำ 1 นาที และปิดน้ำ 10 นาทีจนกระทั่งได้อุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาอยู่ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส

จากโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบัน (ตารางที่ 7) อธิบายได้ว่าลำดับที่ 1 จะดำเนินการเปิดน้ำเป็นระยะเวลา 3 นาทีแล้วจึงปิดน้ำเป็นระยะเวลา 5 นาที ลำดับที่ 2 เปิดน้ำเป็นระยะเวลา 2 นาทีแล้วจึงปิดน้ำเป็นระยะเวลา 7 นาที หลังจากนี้จะดำเนินการเปิดและปิดน้ำเป็นระยะเวลา 1 นาที และ 10 นาที ตามลำดับโดยลำดับที่ 3 เป็นต้นไปเป็นช่วงของการลดอุณหภูมิตัวปลาจนกระทั่งได้อุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาอยู่ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส และเพื่อป้องกันไม่ให้ปลาแห้งส่งผลต่อร้อยละผลผลิตที่ได้

การทำเย็นปลาของโรงงานกรณีศึกษาแยกตามขนาดของวัตถุดิบด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบัน พบว่า วัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่จะใช้เวลาในการทำเย็นปลามากกว่าวัตถุดิบที่มีขนาดเล็ก ดังแสดงในตารางที่ 8 เนื่องจากวัตถุดิบที่ขนาดใหญ่จะมีชั้นเนื้อปลาที่หนามาก ส่งผลให้อัตราการลดลงของอุณหภูมิปลาต่ำ และการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวปลาที่สัมผัสน้ำกับใจกลางปลาใช้ระยะเวลานาน (Zhang *et al.,* 2002)

ตารางที่ 8. ระยะเวลาในการทำเย็นปลาของวัตถุดิบแต่ละขนาดด้วยโปรแกรมการทำเย็นในปัจจุบัน

ขนาดของวัตถุดิบ	เวลาในการทำเย็นปลา (ชั่วโมง:นาที)
1	1:40
2	2:06
3	2:24
4	2:50
5	3:11

กำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบัน จากผลการคำนวณกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ซึ่งคำนวณแยกตามขนาดของวัตถุดิบ (ตารางที่ 9) พบว่าวัตถุดิบที่มีขนาดเล็กจะมีกำลังการผลิตมากกว่าวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาในการทำเย็นปลาน้อยกว่าวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่

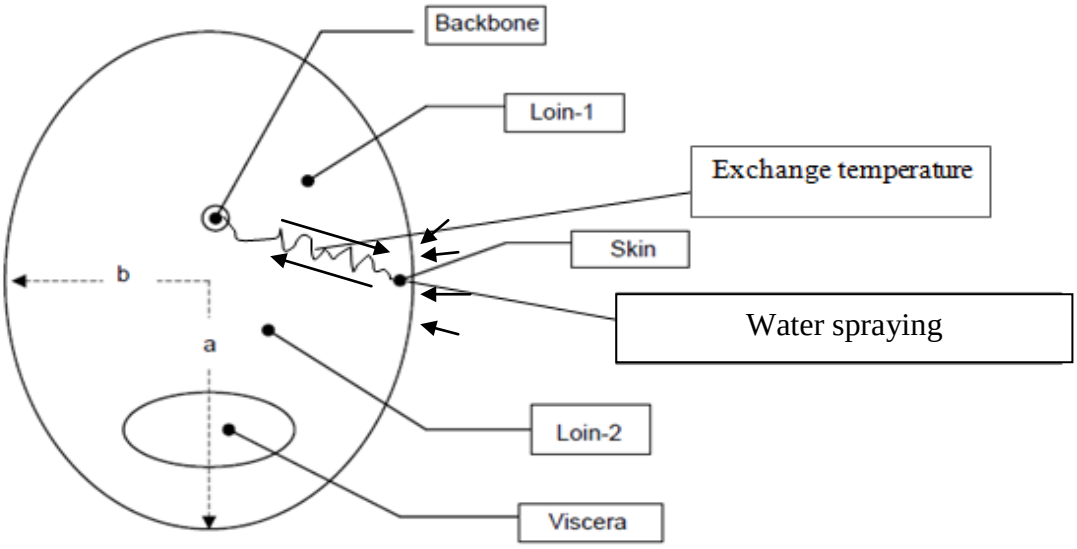
ตารางที่ 9. กำลังการผลิตของขั้นตอนทำเย็นปลาแยกตามขนาดของวัตถุดิบ

ขนาดของวัตถุดิบ	กำลังการผลิต (กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง)
1	1,051.27
2	870.68
3	779.05
4	708.79
5	601.90

ผลของกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาแยกตามขนาดของวัตถุดิบนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหากำลังการผลิตเฉลี่ย ซึ่งเป็นกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ได้รวมของขนาดทุกวัตถุดิบ โดยคำนวณเปรียบเทียบกับสัดส่วนการผลิต จากข้อมูลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ พบว่ากำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาเฉลี่ยอยู่ที่ 1.36 ตันวัตถุดิบต่อชั่วโมง ที่ได้จากการคำนวณ (หน้าที่ 63)

2) แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการทำเย็นปลา

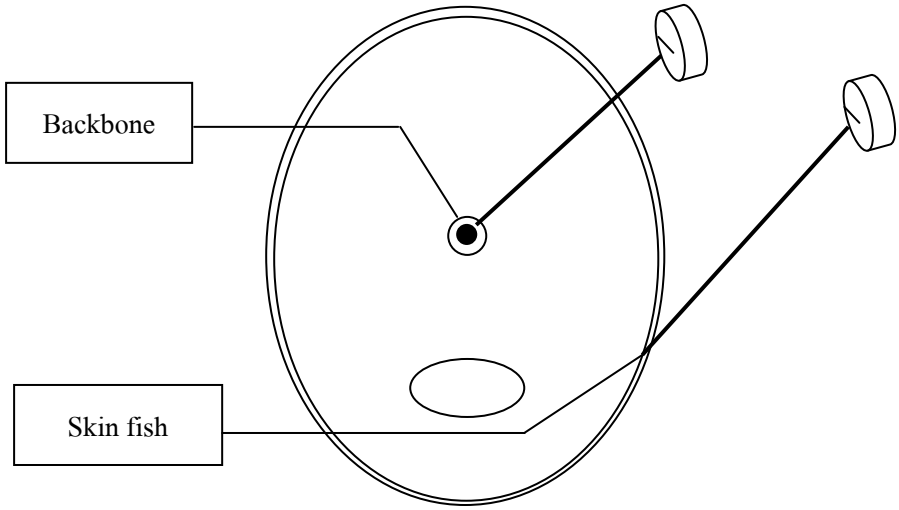
การทำเย็นปลาเป็นการลดอุณหภูมิตัวปลาโดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อน กล่าวคือ เมื่อน้ำสัมผัสบริเวณผิวปลา อุณหภูมิบริเวณผิวปลาจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ทำให้อุณหภูมิบริเวณผิวปลาลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากปิดน้ำอุณหภูมิที่ลดลงบริเวณผิวปลาจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับบริเวณใจกลางปลา ทำให้อุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาลดลง ต่อมาดำเนินการเปิดน้ำให้สัมผัสกับบริเวณผิวปลา และปิดน้ำเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาได้ตามที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13. หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Zhang และคณะ (2002)

การศึกษาการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในตัวปลาจะต้องทราบถึงการลดลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นตลอดการทำเย็นปลาระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลาเพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาได้ ดังนั้นการวัดอุณหภูมิจะใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบก้านเสียบวัดอุณหภูมิพร้อมกันทั้งบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลาง จากนั้นบันทึกอุณหภูมิทุกๆนาทีของอุณหภูมิใจกลางลา และบริเวณผิวปลา ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14. วิธีการวัดอุณหภูมิบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา ด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบก้าน

3) ศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกำลังการผลิต และประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำเย็นปลา ได้แก่ อุณหภูมิตัวปลา และเวลาในการทำเย็นปลา ซึ่งมีผลต่ออัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา การศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาจะดำเนินการควบคุมการเปิดปิดน้ำของโปรแกรมการทำเย็นปลาที่ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา เพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ให้เกิดอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพิ่มขึ้น และใช้ระยะเวลาในการทำเย็นปลาน้อยลงด้วยวิธีการวัดอุณหภูมิ (ภาพที่ 15) ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาของวัตถุดิบแต่ละขนาด เนื่องจากวัตถุดิบแต่ละขนาดใช้ระยะเวลาในการทำเย็นที่แตกต่างกัน การเก็บรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิบริเวณใจกลาง อุณหภูมิบริเวณผิวปลา และเวลาที่ใช้ในการทำเย็นปลาของวัตถุดิบแต่ละขนาด ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบขนาดละ 3 ซ้ำ โดยสร้างตารางบันทึกข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10. ตารางบันทึกข้อมูลอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา

ควบคุม การเปิด/ปิดน้ำ	เวลา (นาที)	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) วัตถุดิบขนาดที่....									
		ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ลดลงเฉลี่ย
		T1*	T2*	ลดลง	T1	T2	ลดลง	T1	T2	ลดลง	
เปิด ปิด	0:00										
เปิด ปิด	0:01										
เปิด ปิด	0:02										
เปิด ปิด	0:03										
เปิด ปิด	0:04										
เปิด ปิด	0:05										
เปิด ปิด	0:06										
เปิด ปิด	0:07										
:	:										

*หมายเหตุ: T1 คือ อุณหภูมิบริเวณผิวปลาจะบันทึกอุณหภูมิเมื่อมีการเปิดน้ำ

T2 คือ อุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาจะบันทึกอุณหภูมิเมื่อมีการปิดน้ำ

หลังจากนั้นจะนำข้อมูลการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาไปวิเคราะห์เพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ระยะเวลาการทำเย็นปลาด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาในปัจจุบันข้างต้นจะเห็นได้ว่าวัตถุดิบขนาดที่ 5 ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ที่สุดจะใช้ระยะเวลาการทำเย็นปลามากที่สุด ดังนั้น ในที่นี้จึงใช้วัตถุดิบขนาดที่ 5 มาเป็นตัวอย่างในการทดลองเพื่อให้เกิดผลของการปรับปรุงประสิทธิภาพครอบคลุมทุกขนาดของวัตถุดิบ

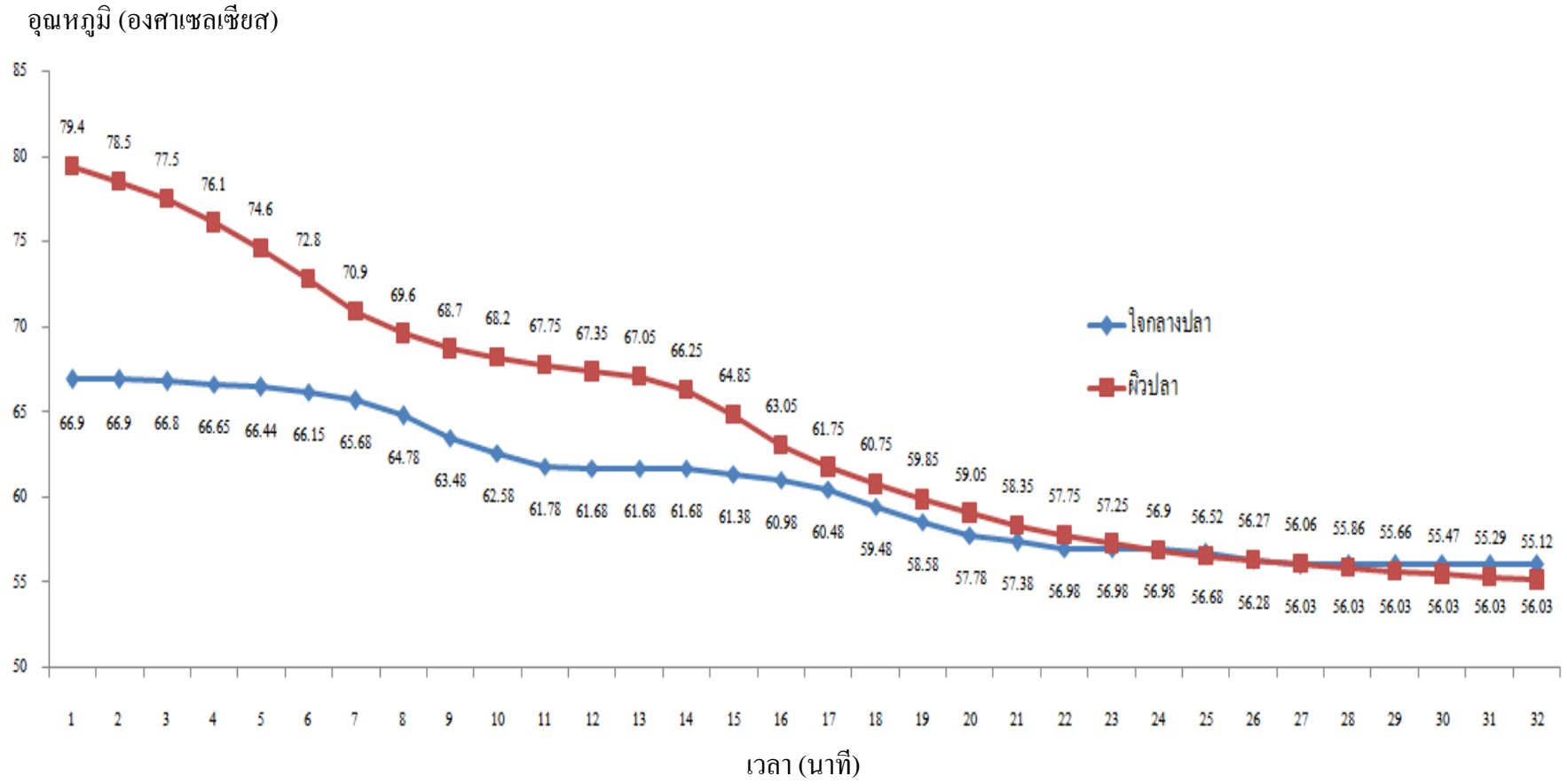
การศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิในการทำเย็นปลาจะบันทึกอัตราการลดลงของอุณหภูมิทุกๆนาที โดยขณะเปิดน้ำจะบันทึกอุณหภูมิบริเวณผิวปลาในแต่ละนาทีเพื่อสังเกตอัตราการลดลงของอุณหภูมิ ในช่วงแรกอัตราการลดลงของอุณหภูมิที่บริเวณผิวปลาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงจุดที่อัตราการลดลงของอุณหภูมิเริ่มต่ำลงจึงทำการปิดน้ำ หลังจากนั้นสังเกตอัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาอันเป็นผลมาจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา เช่นเดียวกันในช่วงแรกอัตราการลดลงของอุณหภูมิที่บริเวณใจกลางปลาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงจุดที่อัตราการลดลงของอุณหภูมิเริ่มต่ำลงจึงทำการเปิดน้ำดำเนินการเช่นนี้จนกระทั่งอุณหภูมิบริเวณใจกลางได้ที่ตามกำหนด การบันทึกข้อมูลจะดำเนินการทดลองจำนวน 3 ซ้ำเพื่อหาค่าอัตราการลดลงเฉลี่ย

4) วิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่

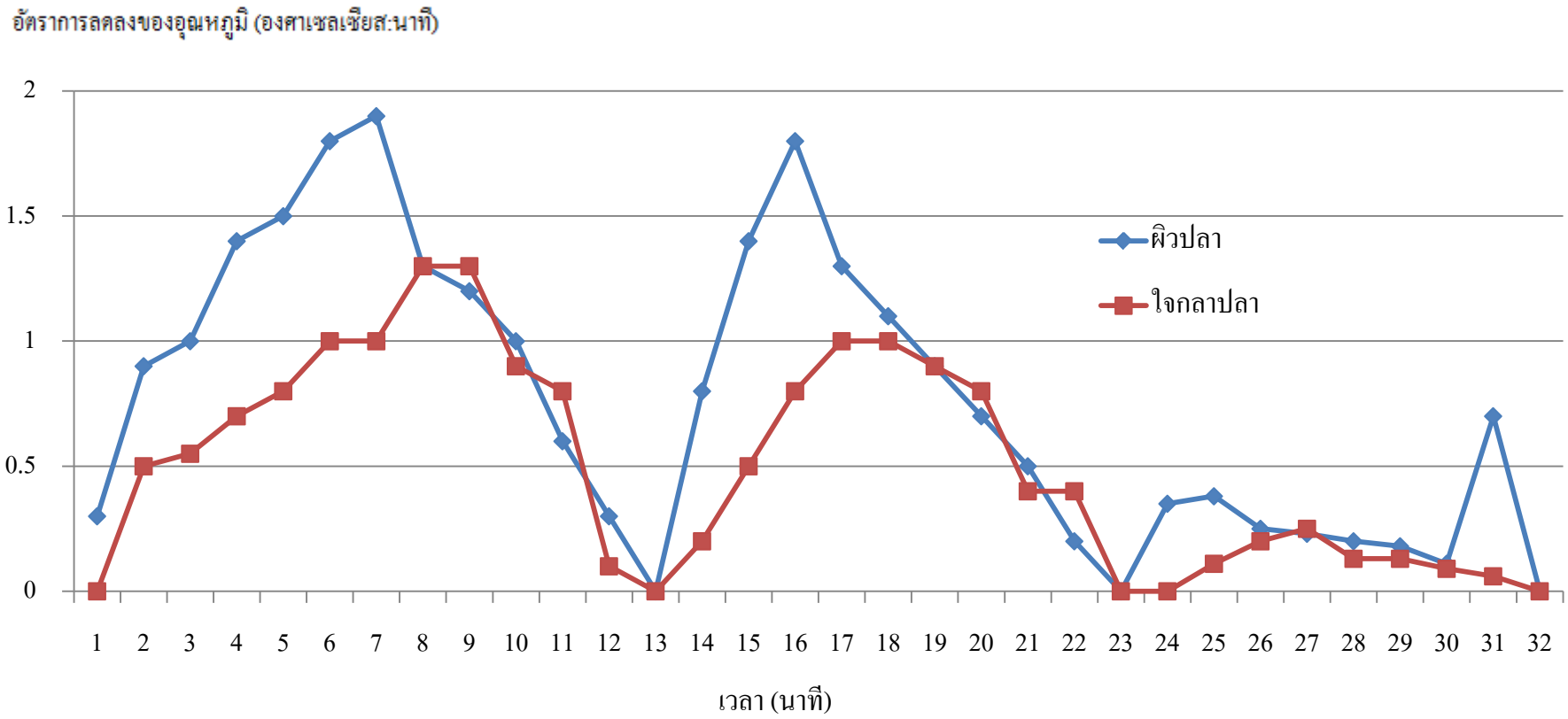
จากการทดลองอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา ซึ่งผลของการทดลองจะนำค่าอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาเฉลี่ยมาวิเคราะห์หาระยะเวลาควบคุมการเปิดปิดน้ำเพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ ซึ่งสามารถแสดงการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลา และบริเวณผิวปลา ดังแสดงในภาพที่ 15 และผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลา และบริเวณผิวปลา ดังแสดงในภาพที่ 16 จะเห็นได้ว่า ช่วงแรกของการเปิดน้ำนาทีที่ 1 ถึงนาทีที่ 7 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 8 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาลดลงจึงดำเนินการปิดน้ำ ซึ่งขนาดนี้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกันระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาลดลงจากนาทีที่ 9 ถึงนาทีที่ 12 ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 13 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางเป็นศูนย์หรือไม่มีการลดลงของอุณหภูมิจึงดำเนินการเปิดน้ำ ต่อมาในนาทีที่ 14 ถึงนาทีที่ 16

อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณปลาลดลงตามลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 17 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาลดลงจึงดำเนินการปิดน้ำ เช่นเดียวกันเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกันระหว่างบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาลดลงจากนาทีที่ 18 ถึงนาทีที่ 22 ตาลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 23 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางกลางเป็นศูนย์หรือไม่มีการลดลงของอุณหภูมิจึงดำเนินการเปิดน้ำ

ในนาทีถัดไปต่อจากนี้จะมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้อยลง เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลาน้อยลง ซึ่งเป็นช่วงของการลดอุณหภูมิตัวปลาให้ได้อุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียสที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยในนาทีที่ 23 ถึงนาทีที่ 25 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 26 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาลดลงจึงดำเนินการปิดน้ำ เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนอัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาลดลงจากนาทีที่ 27 ถึงนาทีที่ 31 ตาลำดับ เมื่อเข้าสู่นาทีที่ 32 อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาเป็นศูนย์หรือไม่มีการลดลงของอุณหภูมิจึงดำเนินการเปิดน้ำอีกครั้ง



ภาพที่ 16. การลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลา และบริเวณผิวปลาในแต่ละนาที



ภาพที่ 16. ผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลา และบริเวณใจกลางปลา

จากผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (ภาพที่ 17) สามารถสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ โดยกำหนดระยะเวลาที่มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณผิวปลาสูงสุดเป็นการเปิดน้ำ และกำหนดระยะเวลาที่มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาต่ำที่สุดเป็นการปิดน้ำ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์การศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาสามารถสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ได้ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11. โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ได้จากผลการวิเคราะห์อัตราการลดลงอุณหภูมิตัวปลา

	ลำดับการเปิดปิดน้ำ (นาที)						
	1	2	3	4	5	6	n
เปิดน้ำ	7	3	2	2	2	2	2
ปิดน้ำ	5	6	6	6	6	6	6

*หมายเหตุ: ดำเนินการเปิดน้ำ 2 นาที และปิดน้ำ 6 นาทีจนกระทั่งได้อุณหภูมิบริเวณใจกลางปลาอยู่ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส

5) ประเมินผลการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่

ภายหลังการศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลาจนได้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ซึ่งจะถูกประเมินผลการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำเย็นปลา ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ในวัตถุดิบแต่ละขนาด ขนาดละ 5 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบการใช้ระยะเวลาการทำเย็นปลาในวัตถุดิบแต่ละขนาดด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาเดิมและโปรแกรมการทำเย็นใหม่ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12. เปรียบเทียบเวลาการทำเย็นปลาด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาเดิม และโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่

ขนาดของวัตถุดิบ	เวลาในการทำเย็นปลา (ชั่วโมง:นาที)		
	โปรแกรมการทำเย็นปลาเดิม	โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่	ลดลง
1	1:40	1:22	0:18
2	2:06	1:50	0:16
3	2:24	2:10	0:14
4	2:50	2:39	0:11
5	3:11	3:02	0:09

ระยะเวลาการทำเย็นปลาที่ลดลงดังแสดงในตารางที่ 13 ส่งผลทำให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้น กำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาถูกประเมินเปรียบเทียบกำลังการผลิตก่อน และหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13. เปรียบเทียบกำลังการผลิตก่อน และหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ของขั้นตอนการทำเย็นปลาแยกตามขนาดของวัตถุดิบ

ขนาดของวัตถุดิบ	กำลังการผลิต (กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง)		
	โปรแกรมการทำเย็นปลาเดิม	โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่	เพิ่มขึ้น
1	1,970.54	2,407.91	433.42
2	1520.74	1,741.93	221.20
3	1362.19	1,508.89	146.70
4	1012.54	1,081.31	69.97
5	805.23	804.39	39.78

จากผลการประเมินกำลังการผลิตแยกตามขนาดของวัตถุดิบของขั้นตอนการเย็นปลาด้วยโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหากำลังการผลิตรวม ซึ่งเป็นกำลังการผลิตที่ได้รวมของขนาดทุกวัตถุดิบ โดยคำนวณเปรียบเทียบกับสัดส่วนการผลิต พบว่ากำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น

1,537.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 175.46 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น 321,891.89 บาทต่อปี

นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลด้านคุณภาพของปลาหลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ ได้แก่ ความชื้น ซึ่งขั้นตอนการทำเย็นปลาจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของตัวปลา หลังการใช้โปรแกรมการทำเย็นปลาถูกประเมินโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ (QC line) ซึ่งจะประเมินเป็น “ผ่าน” และ “ไม่ผ่าน” โดยผลการประเมินความชื้นได้รับการรับรอง “ผ่าน” ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพปลา

2.2.1.2 การขูดสะอาดชิ้นปลา

กระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาของโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วย ขั้นตอนการขูดหนังปลา และการขูดสะอาดปลา ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวโรงงานกรณีศึกษากำหนดให้เป็นขั้นตอนที่สร้างมูลค่าให้กับสายการผลิต จากการสำรวจสภาพปัจจุบัน พบว่า กระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลามีกำลังการผลิตมากกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา อย่างไรก็ตามการปรับปรุงกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาในที่นี้มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์ ทำไม – ทำไม (ภาพที่ 13) พบว่า มีแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลเกินความจำเป็นเมื่อเทียบกับภาระงานที่ได้รับ ดังนั้นจึงนำหลักการศึกษาการทำงานมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับลดแรงงานในขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าซึ่งเป็นแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล แล้วนำไปเพิ่มในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา เพื่อให้ได้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลตามเป้าหมายที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลจำนวนแรงงานแยกตามขั้นตอนการผลิตในแต่ละหน้าที่งาน และแผนกตามการกำหนดของโรงงานกรณีศึกษา

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีจำนวนแรงงานในสายการผลิตทั้งหมด 245 คน ซึ่งประกอบไปด้วยหลายหน้าที่งาน ได้แก่ หัวหน้างาน 12 คน พนักงานบริการ 38 คน และแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต 195 คน ซึ่งจำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14. จำนวนแรงงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

แผนก	ขั้นตอนการผลิต	หน้าที่งาน	จำนวนแรงงาน (คน)
1	1. การเตรียมวัตถุดิบ	1.1 ตรวจสอบวัตถุดิบ	2
		1.2 ขนย้ายวัตถุดิบ	1
		1.3 ขับรถยก	1
	2. การละลายปลา	2.1 ควบคุมน้ำละลายปลา	2
		2.2 ขับรถยก	1
	3. การผ่าท้องนำเครื่องในออก	3.1 ลำเลียงวัตถุดิบ	1
		3.2 ผ่าท้องนำเครื่องในออก	8
		3.3 ทำความสะอาดวัตถุดิบ	2
		3.4 ขนย้ายวัตถุดิบ	4
	4. การนึ่งปลา	4.0 ควบคุมหม้อนึ่งไอน้ำ	2
	5. การทำเย็นปลา	5.1 ควบคุมการทำเย็นปลา	2
		5.2 ลำเลียงวัตถุดิบ	2
2	6.การขูดสะอาดชิ้นปลา	6.1 ขูดหนังปลา	32
		6.2 ขูดสะอาดปลา	94
3	7. การบรรจุ	7.1 ตรวจจับโลหะในชิ้นลอยด์	2
		7.2 ตรวจจับโลหะในเศษปลา	2
		7.3 บรรจุชิ้นลอยด์	8
		7.4 บรรจุเศษปลา	2
		7.5 คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1	5
		7.6 ลำเลียงเศษปลา	2
		7.7 คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 2	8
		7.8 คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 3	2
		7.9 ตรวจสอบคุณภาพชิ้นลอยด์	6
		7.10 ชั่งน้ำหนัก	1
		7.11 ปิดผนึกถุงบรรจุ	1
		7.12 แช่เย็น	2
		รวม	195

โรงงานกรณีศึกษาแบ่งการบริหารจัดการออกเป็น 3 แผนก ได้แก่ แผนกการเตรียมวัตถุดิบดูแลรับผิดชอบในขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 5 แผนกการขูดสะอาดชิ้นปลาดูแลรับผิดชอบในขั้นตอนที่ 6 และแผนกการบรรจุดูแลรับผิดชอบในขั้นตอนที่ 7 พนักงานงานที่ทำงานในแต่ละหน้าที่งานจึงถูกแบ่งตามแผนกเหล่านี้ด้วย นอกจากนี้พนักงานที่แยกตามแผนกแล้วยังมีแรงงานในส่วนของตำแหน่งหัวหน้างาน และแผนกงานบริการอีกด้วย โรงงานกรณีศึกษากำหนดให้แรงงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แรงงานที่ให้ประสิทธิผล (Productive labor) และแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล (Non-productive labor) โดยแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเป็นแรงงานในกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลา ในขณะที่แรงงานในขั้นตอนการผลิตอื่นๆเป็นแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล ซึ่งจำนวนแรงงานจำแนกตามแผนก และประเภทของแรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15. ประเภทและจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกของโรงงานกรณีศึกษา

แผนก	ประเภทแรงงาน	จำนวนแรงงาน (คน)
การเตรียมวัตถุดิบ	แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล	28
การขูดสะอาดชิ้นปลา	แรงงานที่ให้ประสิทธิผล	126
การบรรจุ	แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล	41
งานบริการ	แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล	38
หัวหน้างาน	แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล	12
รวม		245

2) ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของแรงงาน

ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเป็นหนึ่งในการคำนวณประสิทธิภาพแรงงานของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่อจำนวนแรงงานทั้งหมด ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีจำนวนแรงงานทั้งหมด 245 คน แบ่งออกเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผล 126 คน และจำนวนแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล 119 คน จากการคำนวณพบว่าร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 51.42 และร้อยละแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 48.58 ทั้งนี้โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดเป้าหมายร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 55.00

ซึ่งเป็นร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลที่กำหนดขึ้นเทียบเคียงกับโรงงานอุตสาหรรมปลาทูน่าแปรรูปเดียวกัน (Benchmarking) โดยในปัจจุบันร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

3) แผนกที่สามารถปรับลดจำนวนแรงงาน

จากการแบ่งประเภทแรงงานในโรงงานกรณีศึกษา พบว่า แรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลของขั้นตอนการผลิตมี 4 แผนก ได้แก่ แผนกเตรียมวัตถุดิบ แผนกบรรจุ แผนกงานบริการ และกลุ่มหัวหน้างาน (ตารางที่ 15) จึงพิจารณาว่าสามารถปรับลดจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกได้หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. แรงงานที่ให้ประสิทธิผลในแผนกมีจำนวนมาก โดยจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกจะถูกพิจารณาเทียบกับปริมาณภาระงาน (Workload) ซึ่งเป็นปริมาณงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา เพื่อพิจารณาว่าจำนวนแรงงานในแผนกนั้นๆ มีปริมาณมากเกินพอหรือไม่ ในที่นี้แผนกเตรียมวัตถุดิบ และแผนกบรรจุมีเป็นแผนกที่มีจำนวนแรงงานมากเมื่อเทียบกับปริมาณภาระงาน ดังนี้

(1) ในแผนกเตรียมวัตถุดิบมีหลายหน้าที่งาน ในที่นี้หน้าที่งานของแผนกเตรียมวัตถุดิบที่มีจำนวนแรงงานมากเกินพอเมื่อเทียบกับปริมาณภาระงาน คือ การผ่าท้องนำเครื่องในออก ภาระงานของหน้าที่งานผ่าท้องนำเครื่องในออกมีภาระงานที่ต้องรับผิดชอบอยู่ที่ 2,174.14 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง มีจำนวนแรงงานที่ใช้ในหน้าที่ผ่าท้องนำเครื่องในออกทั้งหมด 8 คน มีอัตราการทำงานอยู่ที่ 365.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อคนต่อชั่วโมง ทำให้ได้อัตราการทำงานของหน้าที่ผ่าท้องนำเครื่องในออกอยู่ที่ 2,922.88 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง ซึ่งมีอัตราการทำงานมากกว่าภาระงานที่ต้องรับผิดชอบอันเป็นผลมาจากจำนวนแรงงานที่มากเกินพอ

(2) ในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษามีสายการบรรจุแบ่งตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 สายงาน ได้แก่ สายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลา เป็นต้น โดยสายการบรรจุชิ้นลอยด์มีหน้าที่ ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และบรรจุชิ้นลอยด์ ภาระงานในแต่ละหน้าที่ที่ต้องรับผิดชอบจากอัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์อยู่ที่ 1,400 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งหน้าที่งานตรวจสอบชิ้นลอยด์มีจำนวนแรงงาน 6 คน อัตราการทำงานอยู่ที่ 359.13 กิโลกรัมเนื้อต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 2,154.78 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์มีจำนวนแรงงาน 8 คน

อัตราการทำงานอยู่ที่ 230.94 กิโลกรัมเนื้อต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 1,847.48 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าหน้าที่งานตรวจสอบชิ้นลอยด์ และบรรจุชิ้นลอยด์มีอัตราการทำงานมากกว่าภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

ส่วนสายการบรรจุเศษปลามีหน้าที่งานหลัก คือ การคัดสะอาดเศษปลาแต่ละชนิด เคลื่อนย้ายเศษปลา และบรรจุเศษปลา ในที่นี้หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลา และเคลื่อนย้ายเศษปลามีจำนวนแรงงานมากเกินพอเมื่อเทียบกับปริมาณภาระงาน โดยหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 มีจำนวนแรงงานมากเกินพอเมื่อเทียบกับปริมาณภาระงาน ภาระงานที่ต้องรับผิดชอบในหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 93.72 และ 121.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 มีจำนวนแรงงาน 5 คน อัตราการทำงานอยู่ที่ 26.36 กิโลกรัมเนื้อต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 131.80 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง และ หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 2 มีจำนวนแรงงาน 8 คน อัตราการทำงานอยู่ที่ 22.69 กิโลกรัมเนื้อต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 181.50 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง นอกจากนี้หน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลามีภาระงานที่ต้องรับผิดชอบ 424.30 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งหน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลามีจำนวนแรงงาน 2 คน อัตราการทำงาน 304.00 กิโลกรัมเนื้อต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็น 608.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาทั้งสองชนิด และเคลื่อนย้ายเศษปลา มีอัตราการทำงานมากกว่าภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

ข. การลดจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ในที่นี้แผนกการเตรียมวัตถุดิบ และแผนกหัวหน้างานไม่สามารถที่จะปรับลดจำนวนแรงงานได้ เนื่องจากแรงงานส่วนใหญ่ในแต่ละหน้าที่งานของแผนกดังกล่าวต้องอาศัยทักษะความสามารถเฉพาะตัวในการทำงาน เช่น พนักงานขับรถยก พนักงานควบคุมเครื่องจักรต่างๆ และการควบคุมดูแลการทำงานของหัวหน้างาน เป็นต้น ถ้าขาดแรงงานเหล่านี้จะส่งผลกระทบประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการทำงานในแผนกนั้นๆ

ค. แรงงานที่ถูกปรับลดในแต่ละแผนกจะต้องมีทักษะความสามารถการทำงานที่หลากหลาย ซึ่งทักษะในที่นี้ คือ ทักษะขูดสะอาดชิ้นปลาการปรับลดแรงงานในแผนกอื่นมาใช้ในแผนกขูดสะอาดชิ้นปลา จะเลือกแรงงานที่มีทักษะการขูดสะอาดปลาอยู่แล้ว เพื่อลดเวลาใน

การฝึกอบรม ในที่นี้แผนกการบรรจุ และแผนกหัวหน้างานเป็นแรงงานที่มีทักษะความสามารถในการเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลาได้ ซึ่งโรงงานกรณีศึกษากำหนดให้ขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลาเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผล

ผลของการคัดเลือกแผนกโดยใช้เกณฑ์ประเมินในการพิจารณาในแต่ละแผนกเพื่อปรับลดจำนวนแรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16. ผลการพิจารณาเกณฑ์ประเมินเพื่อปรับลดจำนวนแรงงานในแต่ละแผนก

แผนก	เกณฑ์การประเมิน		
	ก	ข	8
การเตรียมวัตถุดิบ	√	✗	✗
การบรรจุ	√	√	√
หัวหน้างาน	✗	✗	√
งานบริการ	✗	√	✗

หมายเหตุ: ก คือ แรงงานในแผนกมีจำนวนมากเทียบกับปริมาณภาระงาน

ข คือ การลดจำนวนแรงงานในแต่ละแผนกไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน

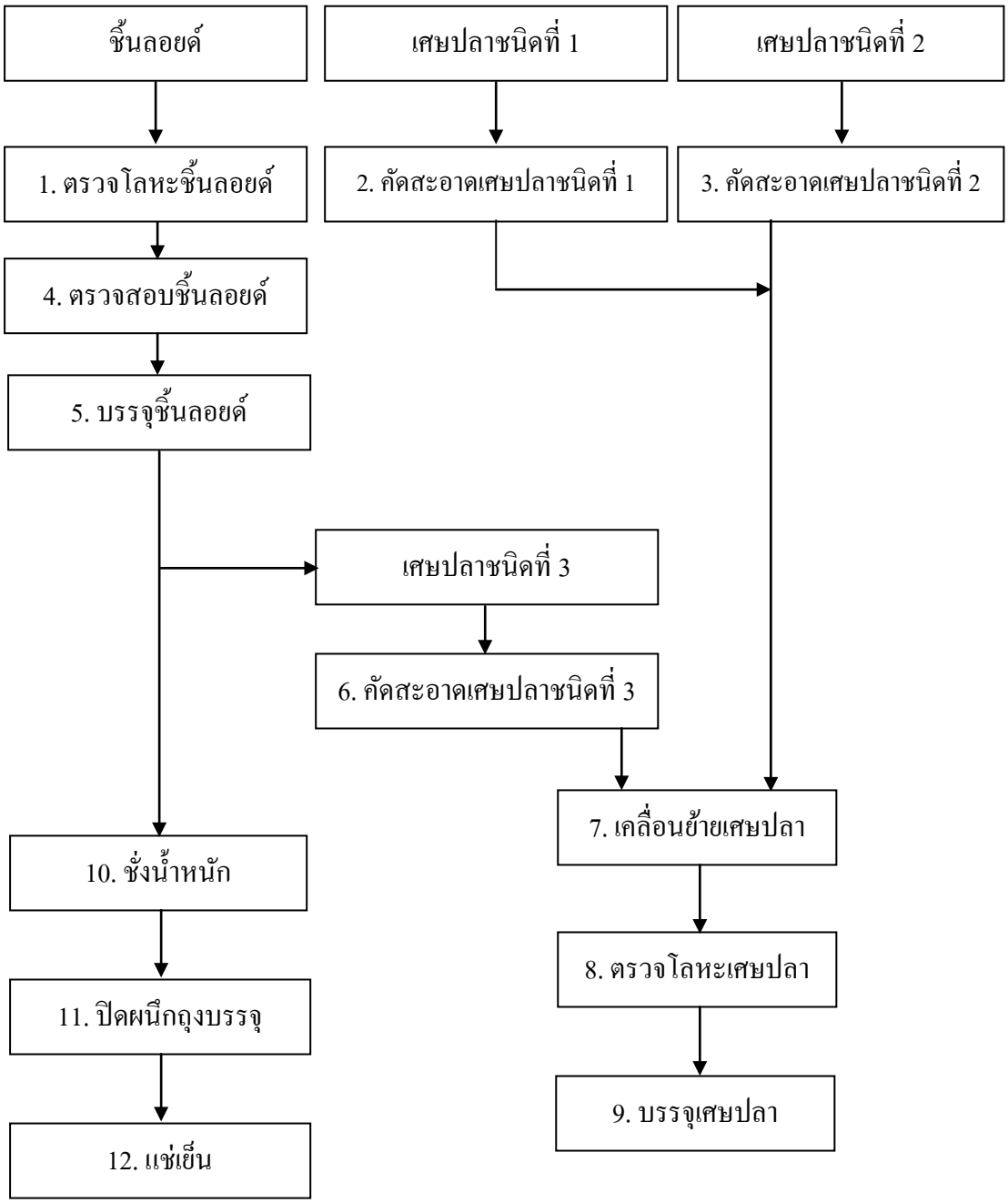
ค คือ แรงงานที่ถูกปรับลดมีทักษะการขูดสะอาดชิ้นปลา

จากการพิจารณาในแต่ละแผนกด้วยเกณฑ์ประเมินเพื่อปรับลดจำนวนแรงงาน (ตารางที่ 16) พบว่า แผนกเตรียมวัตถุดิบ และงานบริการไม่สามารถปรับลดได้ เนื่องจากไม่มีทักษะการขูดสะอาดชิ้นปลา นอกจากนี้หัวหน้างานก็ไม่สามารถปรับลดจำนวนแรงงานได้ เพราะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน อย่างไรก็ตาม แผนกบรรจุ เป็นแผนกที่สามารถปรับลดจำนวนแรงงานได้ เนื่องจากผ่านเกณฑ์ประเมินทั้ง 3 เกณฑ์

4) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในแผนกที่ได้รับการพิจารณาให้ปรับลดจำนวนแรงงาน

แผนกการบรรจุได้รับการพิจารณาจากเกณฑ์ประเมินข้างต้นให้สามารถปรับลดจำนวนแรงงาน เพื่อนำไปเพิ่มจำนวนแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา แผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษาประกอบด้วยการบรรจุผลิตภัณฑ์หลัก 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชิ้นลอยด์ และเศษปลา ซึ่งเศษปลามี 3 ชนิด ได้แก่ เศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 มาจากขั้นตอนของการขูดสะอาดชิ้นปลา

ในขณะที่เศษปลาชนิดที่ 3 มาจากขั้นตอนของการบรรจุชิ้นลอยด์ กระบวนการดำเนินงานของแผนกบรรจุมีหลายกิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 17



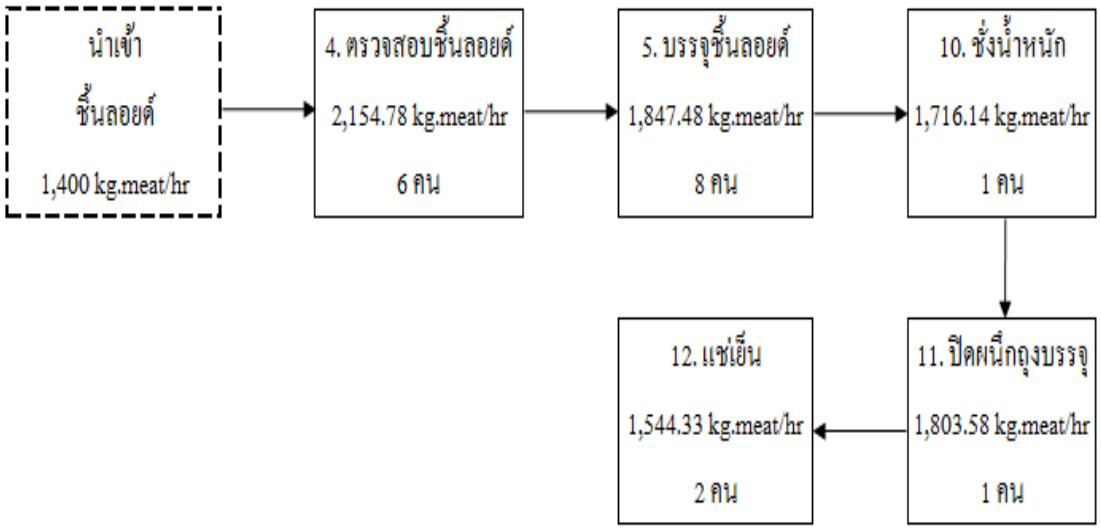
ภาพที่ 17. แผนภาพการดำเนินงานของแผนกบรรจุ

การปรับปรุงประสิทธิภาพในแผนกบรรจุเพื่อปรับลดจำนวนแรงงาน ในที่นี้จะปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการจัดสมดุลแรงงาน และการศึกษาการทำงาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

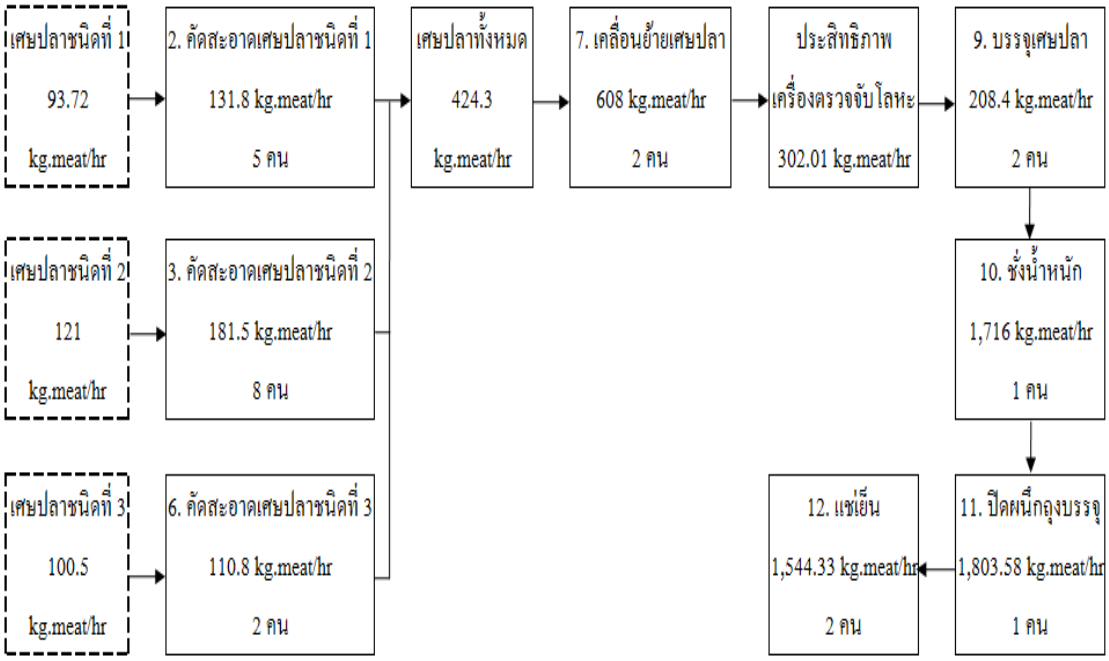
ก. การจัดสมดุลแรงงาน

การจัดสมดุลแรงงานเป็นการจัดจำนวนพนักงานในแต่ละขั้นตอนให้สมดุลกับปริมาณ โดยในที่นี้ปริมาณงานเท่ากับอัตราการนำเข้าบรรจุชิ้นลอยด์ และบรรจุเศษปลา นอกจากนี้ยังเป็นการปรับอัตราการทำงานในแต่ละขั้นตอนของแผนกบรรจุให้สมดุลที่สุดอีกด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของแผนกบรรจุโดยเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการผลิต และจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งาน ของแผนกบรรจุ รวมถึงปริมาณการนำเข้าของผลผลิต ทั้งสายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลา ซึ่งสามารถแสดงได้ภาพที่ 18และ 19 ตามลำดับ



ภาพที่ 18. อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุชิ้นลอยด์ในปัจจุบัน



ภาพที่ 19. อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุเศษปลาในปัจจุบัน

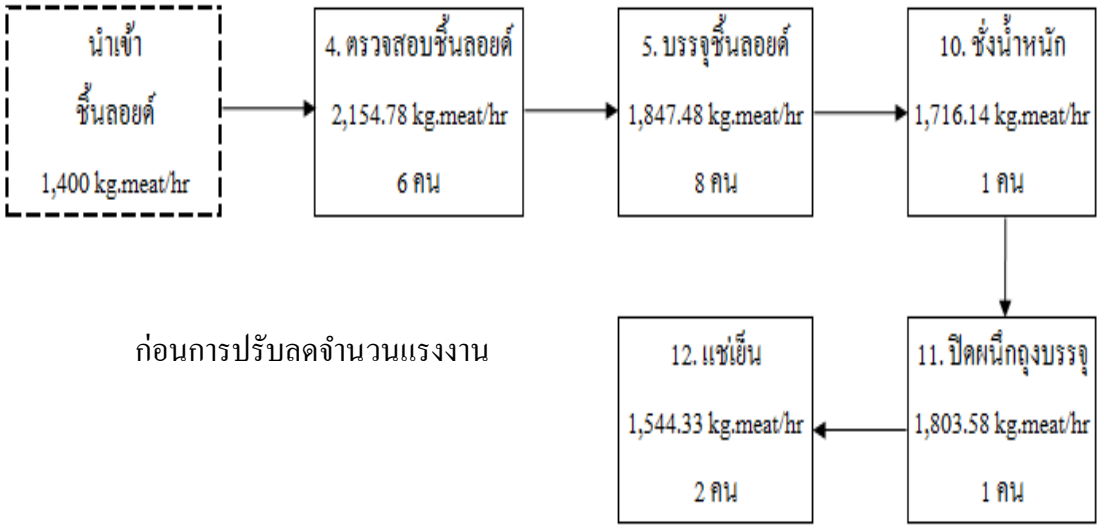
(2) ความสมดุลระหว่างอัตราการผลิตในแต่ละหน้าที่งานกับปริมาณผลผลิตนำเข้าจากการศึกษาอัตราการการผลิตในแต่ละหน้าที่งานทั้งสายการบรรจุชิ้นลอยด์และสายการบรรจุเศษปลา พบว่า ในปัจจุบันหน้าที่งานส่วนใหญ่มีจำนวนแรงงานมากเกินพอ ส่งผลให้หน้าที่งานส่วนใหญ่มีอัตราการผลิตสูงกว่าอัตราการนำเข้าของผลิต ซึ่งสามารถวิเคราะห์อัตราการผลิตแยกตามสายการบรรจุได้ดังต่อไปนี้

(2.1) สายการบรรจุชิ้นลอยด์ อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุชิ้นลอยด์ในปัจจุบัน (ภาพที่ 18) พบว่า หน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์มีอัตราการผลิตอยู่ที่ 2,154.78 และ 1,847.48 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์อยู่ที่ 1,400 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าหน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์มีอัตราการผลิตมากกว่าอัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์ จึงดำเนินการปรับลดจำนวนแรงงานให้อัตราการผลิตใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์ โดยหน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์ปรับลดจำนวนแรงงานหน้าที่

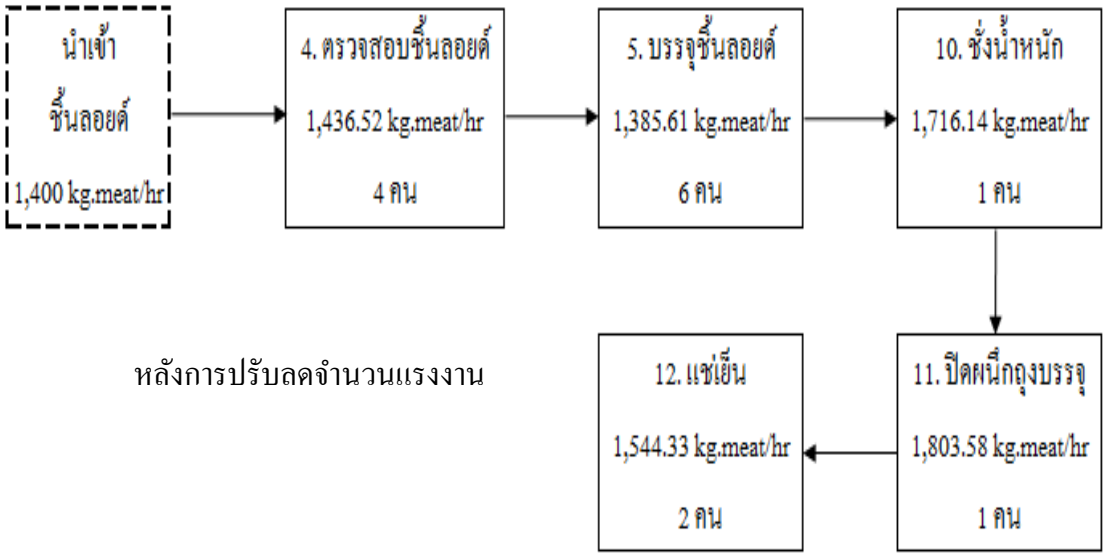
งานละ 2 คน ส่งผลให้หน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์มีอัตราการผลิตอยู่ที่ 1,436.52 และ 1,385.61 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์ อย่างไรก็ตาม หน้าที่การชั่ง ปิดผนึกถุงบรรจุ และแช่เย็น มีอัตราการผลิตสูงเนื่องจากเป็นหน้าที่งานที่ต้องรับภาระงานทั้งสายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลา

(2.2) สายการบรรจุเศษปลา อัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุเศษปลาในปัจจุบัน (ภาพที่ 19) พบว่า หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 มีอัตราการผลิตอยู่ที่ 131.8 และ 181.5 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการนำเข้าเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 อยู่ที่ 93.72 และ 121.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตของหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 มากกว่าอัตราการนำเข้าเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ นอกจากนี้ ภายหลังการคัดสะอาดเศษปลาแต่ละชนิดจะได้อัตราการผลิตหลังคัดสะอาดเศษปลารวมอยู่ที่ 424.30 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นอัตราการนำเข้าของเศษปลาหลังคัดสะอาด ส่งผลให้หน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลาที่มีอัตราการผลิต 608.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง มีอัตราการผลิตมากกว่าอัตราการนำเข้าของเศษปลาหลังคัดสะอาด จากความไม่สอดคล้องของอัตราการผลิตที่กล่าวมา จึงดำเนินการปรับลดจำนวนแรงงาน ของหน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาที่ 1 และ 2 ลง 1 และ 2 คน ตามลำดับ ส่งผลให้หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาที่ 1 และ 2 มีอัตราการผลิตอยู่ที่ 87.90 และ 136.20 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าเศษปลาแต่ละชนิด ผลของการปรับลดทำให้อัตราการผลิตนำเข้าของเศษปลาทั้งหมดหลังการคัดสะอาดอยู่ที่ 334.90 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ส่งผลให้หน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลาดำเนินการปรับลดจำนวนแรงงาน 1 คน และได้อัตราการผลิตอยู่ที่ 304.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งให้ผลสอดคล้องระหว่างอัตราการผลิตนำเข้าของเศษปลาหลังคัดสะอาด และหน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลา

จากผลการวิเคราะห์อัตราการการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งาน เพื่อดำเนินการปรับลดจำนวนแรงงาน สามารถนำมาเปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับลดจำนวนแรงงานทั้งสายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลา แสดงได้ดังภาพที่ 20 และ 21 ตามลำดับ

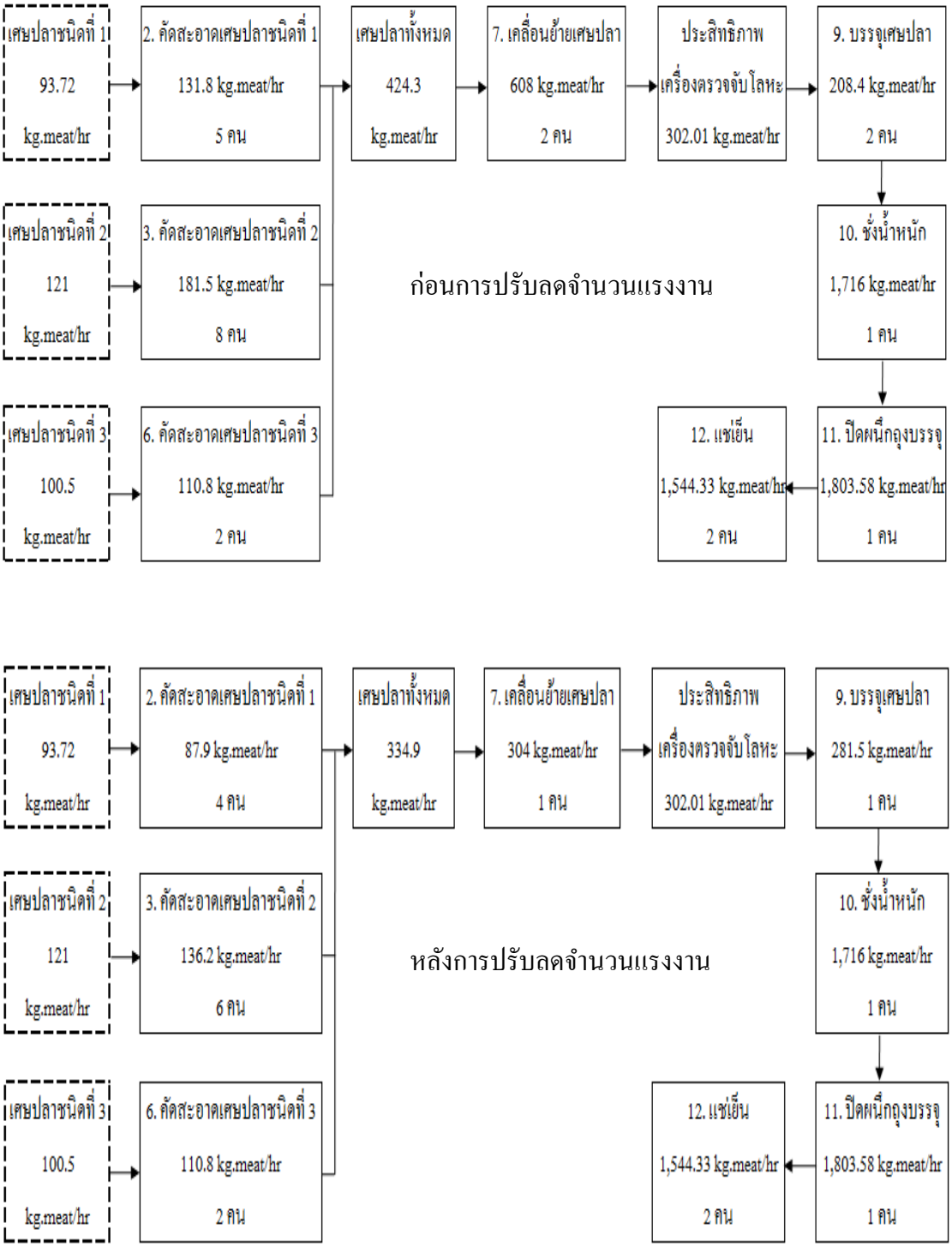


ก่อนการปรับลดจำนวนแรงงาน



หลังการปรับลดจำนวนแรงงาน

ภาพที่ 20. เปรียบเทียบอัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุชิ้นลอยด์ก่อนและหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน



ภาพที่ 21. เปรียบเทียบอัตราการผลิตและจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานของสายการบรรจุเศษปลาก่อนและหลังหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน

ภายหลังการปรับลดจำนวนพนักงานในแต่ละหน้าที่งาน พบว่า มีบางหน้าที่งานมีอัตราการผลิตต่ำกว่าอัตราการผลิตนำเข้า ถึงแม้ว่าจะต่ำกว่าเพียงเล็กน้อยแต่จำเป็นต้องควบคุมไม่ให้ส่งผลต่อคุณภาพของสินค้า หรืออัตราการผลิตของสายการบรรจุ

(3) จำนวนแรงงานก่อน และหลังการปรับลดแรงงานแผนกบรรจุทั้งสายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลาถูกนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการจัดสมดุลแรงงานสามารถปรับลดจำนวนแรงงานได้ 8 คน ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17. จำนวนแรงงานก่อน และหลังในหน้าที่งานที่ถูกปรับลดจำนวนแรงงาน

หน้าที่งาน	แรงงาน (คน)		
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ลดลง
ตรวจสอบชิ้นลอยด์	6	4	2
บรรจุชิ้นลอยด์	8	6	2
คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1	8	6	2
คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 2	5	4	1
เคลื่อนย้ายเศษปลา	2	1	1
รวม	29	21	8

จำนวนแรงงานที่ถูกปรับลดจะถูกนำไปเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผลในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลาต่อไป

ข. การศึกษาการทำงาน

จากข้อมูลอัตราการผลิตและจำนวนแรงงานของหน้าที่งานบรรจุเศษปลา (ภาพที่ 18) พบว่า มีอัตราการผลิตน้อยกว่าอัตราการผลิตของเครื่องตรวจจับโลหะทำให้พนักงานทำงานไม่ทันต่อเศษปลาที่นำเข้ามา การศึกษาการทำงานจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการบรรจุเศษปลา โดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุซึ่งสามารถเพิ่มอัตราการบรรจุได้ และ

ใช้แรงงานในการบรรจุเศษปลาเพียงคนเดียว (ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดต่อไปในการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง)

5) ประเมินผลกระทบของการดำเนินงานภายหลังการปรับลดแรงงาน

การปรับลดจำนวนแรงงานในแต่ละหน้าที่งานที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นอาจจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานและอัตราการผลิต ดังนั้นจึงมีการประเมินเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อการดำเนินงานของแผนก โดยพิจารณาจากแต่ละหน้าที่งานที่ถูกปรับลดจะต้องมีอัตราการผลิตไม่น้อยกว่าอัตราการผลิตนำเข้าของผลผลิตในแต่ละสายการบรรจุเพื่อให้เกิดความสอดคล้องของการดำเนินงาน ซึ่งสามารถประเมินผลกระทบของการดำเนินงานแยกเป็นสายการบรรจุชิ้นลอยด์ และสายการบรรจุเศษปลาดังนี้

ก. สายการบรรจุชิ้นลอยด์

หน้าที่งานที่ถูกปรับลดแรงงานในสายการบรรจุชิ้นลอยด์ ได้แก่ หน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ และหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์ (ภาพที่ 20) ซึ่งภายหลังการปรับลดจำนวนแรงงานหน้าที่ตรวจสอบชิ้นลอยด์ทำให้อัตราการผลิตใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าชิ้นลอยด์ ส่งผลให้กระบวนการไหลมีความต่อเนื่อง แต่ยังคงมีคุณภาพของการตรวจสอบชิ้นลอยด์อยู่ นอกจากนี้ ยังปรับลดจำนวนพนักงานในหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์ เนื่องจากก่อนการปรับลดจำนวนแรงงานอัตราการผลิตต่ำกว่าอัตราการนำเข้า ทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการ แต่เมื่อรวมกับน้ำหนักเศษปลาจะมีอัตราการผลิตพอดีกับอัตราการทำงานของพนักงานชั่งน้ำหนัก หากเพิ่มพนักงานเป็น 7 คน ให้มีอัตราการผลิตอยู่ที่ 1,616.55 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง เมื่อไปรวมกับอัตราการผลิตของหน้าที่บรรจุเศษปลาที่ปรับปรุงประสิทธิภาพแล้วจะได้ 1,898.05 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งทำให้พนักงานชั่งน้ำหนักไม่ทัน และเกิดงานระหว่างกระบวนการผลิต 181.91 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง แต่หากเพิ่มพนักงานเป็น 6 คน มีอัตราการผลิตอยู่ที่1,385.61 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ส่งผลทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการในหน้าที่บรรจุชิ้นลอยด์ 50.95 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่างานระหว่างกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว หน้าที่งานบรรจุชิ้นลอยด์จำนวนแรงงาน 6 คนให้งานระหว่างกระบวนการน้อยกว่า และให้ความสมดุลของการดำเนินงานในสายการบรรจุชิ้นลอยด์มากกว่า

ข. สายการบรรจุเศษปลา

หน้าที่งานที่ถูกปรับลดแรงงานในสายการบรรจุเศษปลา ได้แก่ หน้าที่คัดสะอาดเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 หน้าที่เคลื่อนย้ายเศษปลา และหน้าที่บรรจุเศษปลา (ภาพที่ 21) ซึ่งภายหลังการปรับลดจำนวนแรงงาน พบว่า หน้าที่งานคัดสะอาดเศษปลาที่ 1 และ 2 มีอัตราการผลิตที่ใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าของเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อัตราการผลิตของหน้าที่คัดสะอาดเศษปลาที่ 1 น้อยกว่าอัตราการนำเข้าของเศษปลาชนิดที่ 1 แต่มีอัตราการผลิตที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน อัตราการผลิตของหน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลาน้อยกว่าอัตราการนำเข้าเศษปลาทั้งหมดหลังการคัดสะอาด ส่งผลทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการในหน้าที่เคลื่อนย้ายเศษปลา 30.9 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งต้องเพิ่มอัตราการผลิตให้มีความใกล้เคียงกับอัตราการผลิตของการนำเข้าเศษปลาทั้งหมด แต่การเพิ่มอัตราการผลิตของหน้าที่เคลื่อนย้ายเศษปลาให้มีอัตราการผลิตใกล้เคียงกับอัตราการนำเข้าเศษปลาทั้งหมดหลังการคัดสะอาด อาจจะส่งผลกระทบให้เกิดงานระหว่างกระบวนการในหน้าที่งานตรวจจับโลหะ เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องตรวจจับโลหะมีข้อจำกัด โดยอัตราการผลิตของเครื่องตรวจจับโลหะอยู่ที่ 302.01 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง การเพิ่มจำนวนแรงงานในหน้าที่เคลื่อนย้ายเศษปลาน้อยที่สุดที่ทำให้ได้อัตราการผลิตมากกว่าอัตราการผลิตเศษปลาทั้งหมดหลังการคัดสะอาด จะต้องใช้จำนวนแรงงาน 2 คน และได้อัตราการผลิต 608.00 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งส่งผลกระทบให้เกิดงานระหว่างกระบวนการในหน้าที่ตรวจจับโลหะอยู่ที่ 305.99 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมงจะเห็นได้ว่างานระหว่างกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว หน้าที่งานเคลื่อนย้ายเศษปลาจำนวนแรงงาน 1 คนให้งานระหว่างกระบวนการน้อยกว่า และให้ความสมดุลของการดำเนินงานในสายการบรรจุเศษปลามากกว่า

ภายหลังการปรับลดจำนวนแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผล ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผลในกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลา ทำให้ร้อยละการใช้ประโยชน์ของแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเพิ่มจากเดิมอยู่ที่ร้อยละ 51.42 เป็นร้อยละ 55.10 ซึ่งได้ตามเป้าหมายที่โรงงานกรณีศึกษากำหนด นอกจากนี้กำลังการผลิตของกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาเพิ่มขึ้น โดยกำลังการผลิตของขั้นตอนการขูดหนัง และขูดสะอาดเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,034.56 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง

เป็น 3,119.5 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง และ 3,025.50 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 3,240.29 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงตามลำดับคิดเป็นมูลค่าที่ได้ ดังนี้

มูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น = กำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น x เวลาทำงานต่อวัน x วันทำงานต่อปี x มูลค่าสินค้า x ร้อยละผลผลิตที่ได้

= 549,872.67 บาทต่อปี

2.2.1.3 การบรรจุ

จากการสำรวจภาพปัจจุบันสิ่งที่ทำให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุต่ำกกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา คือ การวางผังการดำเนินงานที่ซับซ้อน ใช้ระยะเวลาและระยะทางการเคลื่อนที่มาก ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งมีแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพ คือ การวางผังออกแบบสถานที่ปฏิบัติงานมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษากระบวนการดำเนินงานของแผนกบรรจุ

ในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษามีผลิตภัณฑ์ในการบรรจุ 2 ชนิด คือ ชิ้นลอยด์ และเศษปลา โดยเศษปลามีทั้งหมด 3 ชนิด ซึ่งเศษปลาชนิดที่ 1 และ 2 มาจากขั้นตอนของการขูดสะอาดชิ้นปลา และเศษปลาชนิดที่ 3 มาจากขั้นตอนของการบรรจุชิ้นลอยด์ กระบวนการดำเนินงานของแผนกบรรจุมีกิจกรรมย่อย คือ (1) ตรวจจับโลหะชิ้นลอยด์ (2) บรรจุชิ้นลอยด์ (3) คัดเศษปลาชนิดที่ 1 (4) คัดเศษปลาชนิดที่ 2 (5) คัดเศษปลาชนิดที่ 3 (6) ตรวจจับโลหะเศษปลา (7) บรรจุเศษปลา (8) ชั่งน้ำหนัก (9) การปิดผนึก (10) การแช่เย็น และ (11) การขนส่งสินค้า(ภาพที่ 17 หน้า 93)

การศึกษากระบวนการการดำเนินงานของแผนกบรรจุในโรงงานกรณีศึกษาใช้การวิเคราะห์กระบวนการ (Process analysis) ได้แก่ การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต และการศึกษาไดอะแกรมการเคลื่อนที่ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต

การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิตด้วยการสร้างแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) ได้แก่ กิจกรรมที่เกิดขึ้นในแผนกบรรจุ ระยะทางการเคลื่อนที่ และเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะสร้างแผนภูมิกระบวนการไหลทุกผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในแผนกบรรจุ ประกอบด้วย แผนภูมิการไหลของกระบวนการบรรจุชิ้นลอยด์ การบรรจุเศษชนิดที่ 1 การบรรจุเศษชนิดที่ 2 และการบรรจุเศษชนิดที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ 22, 23, 24 และ 25 ตามลำดับ โดยจะแสดงกิจกรรมกาดำเนินงานต่างๆตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นในกระบวนการ ซึ่งจะให้ข้อมูลระยะทางเคลื่อนและเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ภายหลังการสร้างแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่า สายการบรรจุเศษชนิดที่ 1 มีระยะทางการเคลื่อนที่ และเวลาทั้งหมดของกระบวนการมากที่สุดอยู่ที่ 81.37 เมตร และ 1,085.9 วินาที ตามลำดับ

Flow Process Chart (Loin Packing Process)								
Present Method				Summary				
Proposed Method				Activity	Present	Proposed	Saving	
Subject Charted	Procedure of Packing Tuna Loin			OPERATION	5			
Activity	Metal, Packing, Weighting, Sealing Chilling and storage in case			TRANSPORT	10			
				DELAY	1			
Location	Package Department			INSPECTION	1			
Date	2/8/2011			STORAGE	1			
Chart By	T.Suvichan			Distance (m)	47.85			
				Time (s)	548.41			

Description	DISTANCE (M)	TIME (s)	SYMBOL					REMARKS
			O	⇨	D	□	▽	
Transfer to metal detector	11.65	7.36						
Metal detector loin		3.6						
Transfer to shelves	1.98							
Waiting to be packing								
Transfer to quality inspection	0.80	3.36						
Quality inspection of tuna loin								
Transfer to packing	1.80							
Loin Packing		452.7						
Transfer to weighting	5.84	2.94						
Weighting		9.79						
Transfer to sealing	1.30	1.77						
Sealing		9.63						
Transport to chilling	1.47	3.48						
Chilling of tuna loin		2.58						
Transfer of tuna loin to route 1	8.00	15.63						
Transfer of tuna loin to route 2	10.51	26.04						
Transfer of tuna loin to storage	4.50	9.53						
Storage in warehouses								
Total	47.85	548.41	5	10	1	1	1	

ภาพที่ 22. แผนภูมิการไหลของการบรรจุชิ้นลอยด์ในแผนกบรรจุ

Flow Process Chart (Flake 1 Packing Process)								
Present Method				Summary				
Proposed Method				Activity	Present	Proposed	Saving	
Subject Charted	Procedure of flake 1 packing			OPERATION	6			
Activity	Sort flake 1, Detect, Metal, Packing, Weighting, Sealing			TRANSPORT	14			
	Chilling and storage in case			DELAY	0			
Location	Packing Department			INSPECTION	1			
Date	2/8/2011			STORAGE	1			
Chart By	T.Suvichan			Distance (m)	81.37			
				Time (s)	1085.9			

Description	DISTANCE (M)	TIME (s)	SYMBOL					REMARKS
			O	⇨	D	□	▽	
Transfer of flake 1 to route 1	9.30	5.87						
Transfer of flake 1 to route 2	9.20	5.81						
Transfer of flake 1 to route 3	12.63	7.98						
Transfer of flake 1 pass sort flake 2	2.94	1.86						
Sort flake 1								
Transfer to quaity inspection	3.87	965.45						
Quality inspection								
Transfer to metal detector	6.31	3.98						
Metal detector		2.89						
Transfer to flake packing	2.84	1.07						
Flake packing		8.59						
transfer to pass sort flake 3	3.99	2.39						
Transfer to weighting	2.57	1.58						
Weighting		9.79						
Transfer to sealing	2.83	1.77						
Sealing		9.63						
Transfer to chilling	1.69	3.48						
chilling of flake 1		2.58						
Transfer of flake 1 to route 1	8.00	15.63						
Transfer of flake 1 to route 2	10.70	26.04						
Transfer of flake 1 to storage	4.50	9.53						
Storage in warehouses								
Total	81.37	1085.9	6	14	0	1	1	

ภาพที่ 23. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 1 ในแผนกบรรจุ

Flow Process Chart (Flake 2 Packing Process)								
Present Method				Summary				
Proposed Method				Activity	Present	Proposed	Saving	
Subject Charted	Procedure of flake 2 packing			OPERATION	7			
Activity	Sort flake 2, Metal detector, Packing, Weighting, Sealing			TRANSPORT	15			
	Chilling and storage in case			DELAY	0			
Location	Packing Department			INSPECTION	1			
Date	2/8/2011			STORAGE	1			
Chart By	T.Suvichan			Distance (m)	79.49			
				Time (s)	1516.85			

Description	DISTANCE (M)	TIME (s)	SYMBOL					REMARKS
			O	⇨	D	□	▽	
Transfer of flake 2 to route 1	9.30	5.87						
Transfer of flake 2 to route 2	9.20	5.81						
Transfer of flake 2 to route 3	12.63	7.98						
Transfer to sort flake 2	1.10	0.69						
Sort flake 2 (step 1)								
Transfer to sort flake 2 (step 2)	2.80							
Sort flake 2 (step 2)		1398.6						
Transfer to quaity inspection	2.70							
Quality inspection								
Transfer to metal detector	4.64	2.93						
Metal detector		2.89						
Transfer to flake packing	2.84	1.07						
Flake packing		8.59						
transfer to pass sort flake 3	3.99	2.39						
Transfer to weighting	2.57	1.58						
Weighting		9.79						
Transfer to sealing	2.83	1.77						
Sealing		9.63						
Transfer to chilling	1.69	3.48						
chilling of flake 2		2.58						
Transfer of flake 2 to route 1	8.00	15.63						
Transfer of flake 2 to route 2	10.70	26.04						
Transfer of flake 2 to storage	4.50	9.53						
Storage in warehouses								
Total	79.49	1516.85	7	15	0	1	1	

ภาพที่ 24. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 2 ในแผนกบรรจุ

Flow Process Chart (Flake 3 Packing Process)								
Present Method				Summary				
Proposed Method				Activity	Present	Proposed	Saving	
Subject Charted	Procedure of Flake 3			OPERATION	6			
Activity	Sort flake 3, Metal detector, Packing, Weighing, Sealing			TRANSPORT	10			
	Chilling and storage in case			DELAY	0			
Location	Packing Department			INSPECTION	0			
Date	2/8/2011			STORAGE	1			
Chart By	T.Suvichan			Distance (m)	47.24			
				Time (s)	236.28			

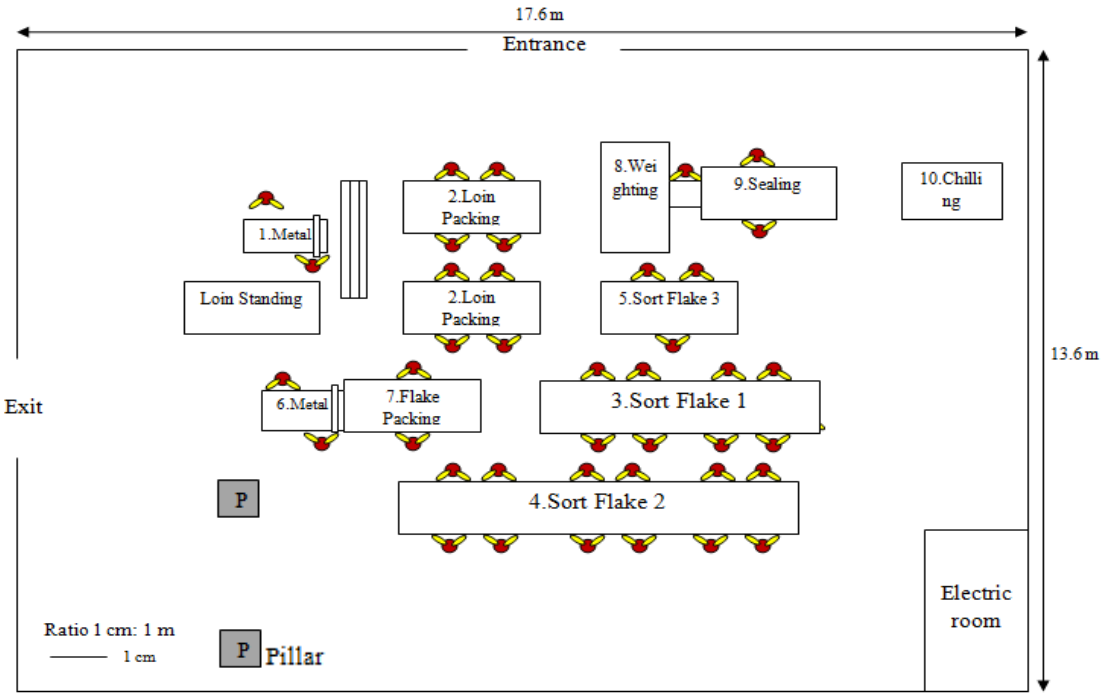
Description	DISTANCE (M)	TIME (s)	SYMBOL					REMARKS
			○	⇨	D	□	▽	
Transfer to flake 3	4.32	2.73						
Sort flake 3		134.39						
Transfer to metal detector	6.63	4.188						
Metal detector		2.89						
Transfer to flake packing	1.70	1.07						
Flake packing		8.59						
transfer to pass sort flake 3	3.79	2.39						
Transfer to weighting	2.51	1.58						
Weighting		9.79						
Transfer to sealing	2.83	1.77						
Sealing		9.63						
Transfer to chilling	2.26	3.48						
chilling of flake 3		2.58						
Transfer of flake 3 to route 1	8.00	15.63						
Transfer of flake 3 to route 2	10.70	26.04						
Transfer of flake 3 to storage	4.50	9.53						
Storage in warehouses								
Total	47.24	236.28	6	10	0	0	1	

ภาพที่ 25. แผนภูมิการไหลของการบรรจุเศษปลาชนิดที่ 3 ในแผนกบรรจุ

ข. การศึกษาไดอะแกรมการเคลื่อนที่

การสร้างเส้นทางการไหลของแผนกบรรจุในแต่ละผลิตภัณฑ์ใช้การวิเคราะห์กระบวนการด้วยแผนภาพการไหลหรือไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow diagram) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ในแผนกบรรจุทั้งหมด ได้แก่ จำนวนและขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวก พื้นที่การทำงาน พื้นที่ใช้สอยของแผนกบรรจุและเส้นทางการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

ปัจจุบันในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษามีพื้นที่ทั้งหมด 239.36 ตารางเมตร แต่มีพื้นที่ใช้สอยอยู่ที่ 232.63 ตารางเมตร เนื่องจากภายในแผนกบรรจุมีเสาอาคาร และห้องควบคุมไฟฟ้าเป็นสิ่งก่อสร้างถาวร สิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมดในแผนกบรรจุสามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างอิสระ ซึ่งสามารถสร้างการวางผังของแผนกบรรจุ ดังแสดงในภาพที่ 26 นอกจากนี้สิ่งอำนวยความสะดวกมีหลายประเภทและมีขนาดแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 18 รวมถึงพื้นที่ในการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรมซึ่งใช้พื้นที่ในการปฏิบัติงานอยู่ที่ 37.50 ตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 19



ภาพที่ 26. การวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 18. จำนวนและขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกภายในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา

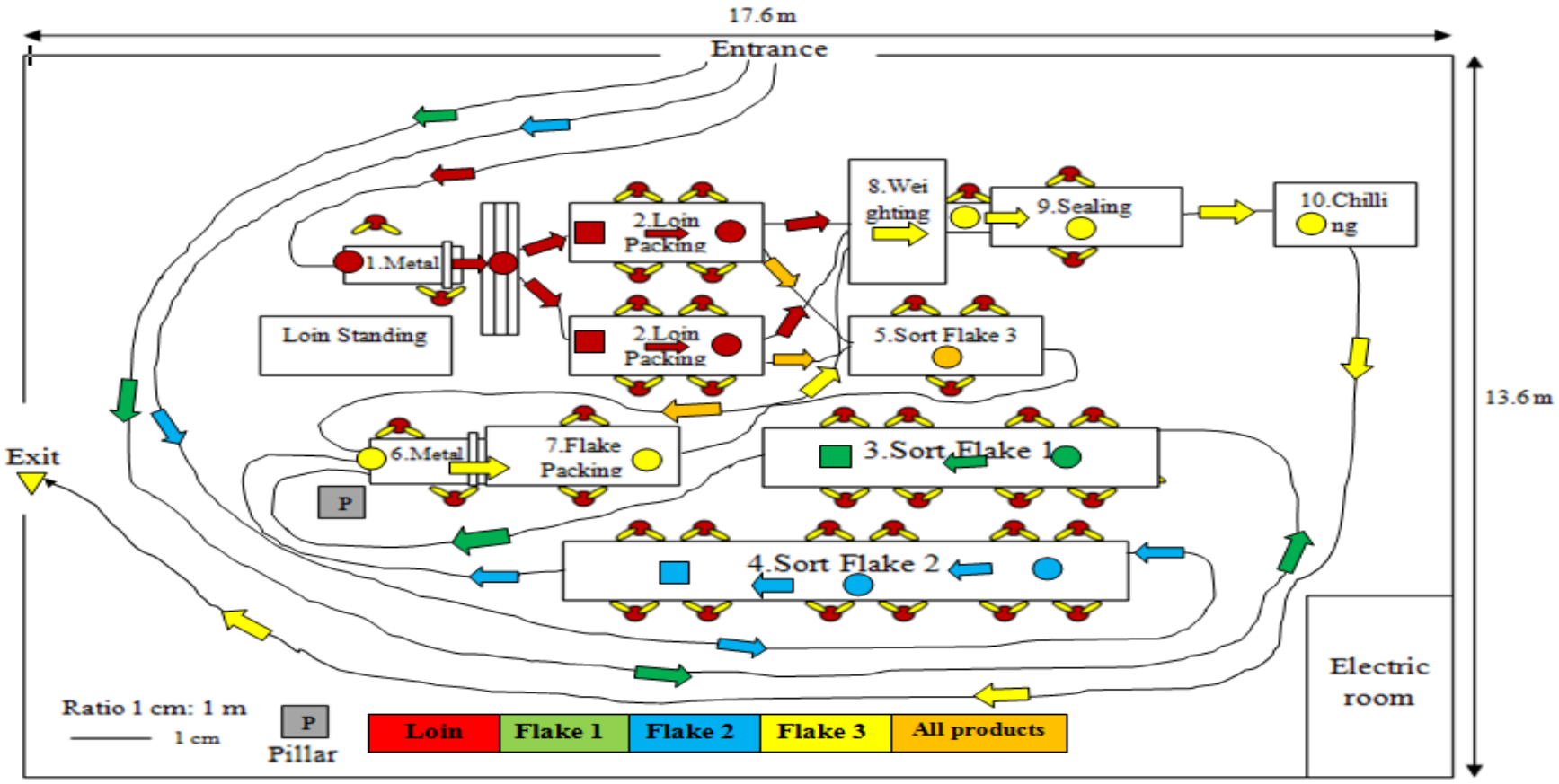
Type of Facilities	Size ($m^2 \times m^2$)	Units
Multipurpose Table	1.15×2.37	12
Weighting Table	0.45×0.5	1
Metal Detector (Loin)	0.78×1.18	1
Metal Detector (Flake)	0.85×1.3	1
Shelve	0.5×2.33	1

ตารางที่ 19. พื้นที่การทำงานในแต่ละกิจกรรมในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา

Activity	Size (m^2)
Metal Detector (Loin)	4.57
Metal Detector (Flake)	1.11
Sort Flake 1	5.45
Sort Flake 2	8.18
Sort Flake 3	2.73
Loin Packing	3.79
Flake Packing	2.73
Weighting and Sealing	6.52
Chilling	2.42
Total	37.50

พื้นที่การปฏิบัติงานทั้งหมดภายในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา ประกอบไปด้วย พื้นที่ของสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งหมด และพื้นการทำกิจกรรมต่างๆ พบว่า โรงงานกรณีศึกษามีพื้นการปฏิบัติงานทั้งหมดภายในแผนกบรรจุอยู่ที่ 73.64 ตารางเมตรและมีพื้นที่ว่างในการใช้ประโยชน์อยู่ที่ 158.99 ตารางเมตร

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลการวางผังแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบันจะถูกนำไปสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ ปัจจุบันเส้นทางการไหลของผลิตภัณฑ์ในแผนกบรรจุเป็นแบบซิกแซก หรือ Z-shaped ซึ่งจากการสร้างไดอะแกรมการเคลื่อนที่ พบว่า เกิดการซ้อนทับกันในเส้นทางการไหลของแต่ละผลิตภัณฑ์ส่งผลให้การไหลของผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อน และใช้ระยะทางการเคลื่อนที่มาก ดังแสดงในภาพที่ 27



ภาพที่ 27. แผนภูมิการไหลในแผนกบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา

2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบัน ได้มีการกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพการวางผัง เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ และประเมินประสิทธิภาพก่อนและหลังการออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุ โดยมีการกำหนดตัวชี้วัด ดังนี้

ก. ระยะทางการเคลื่อนที่ (Distance of Movement)

ข. เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการ (Total Lead Time)

ค. ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (% Area Utilization)

ภายหลังการศึกษากระบวนการดำเนินงานของแผนกบรรจุด้วยการวิเคราะห์กระบวนการ พบว่า แผนภูมิกระบวนการไหลของแผนกบรรจุในแต่ละผลิตภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 2 มีจำนวนครั้งของการเคลื่อนที่มากที่สุด รองลงมาคือ กระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 1 ส่วนกระบวนการบรรจุชิ้นเนื้อลอยด์และกระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 3 มีจำนวนครั้งของการเคลื่อนที่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม กระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 1 มีระยะทางการเคลื่อนที่มากที่สุด เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 2 ใช้เวลามากที่สุด รองลงมาคือ กระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 1 กระบวนการบรรจุชิ้นเนื้อลอยด์ และกระบวนการบรรจุเศษชนิดที่ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลของการศึกษาไดอะแกรมการเคลื่อนที่ของแผนกบรรจุ นอกจากจะแสดงเส้นทางการไหลของแต่ละผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 27) แล้วยังสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการวางผังเป็นร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ในที่นี้ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ หมายถึงสัดส่วนระหว่างพื้นที่เหลือหลังการใช้สอยเพื่อทำกิจกรรรมของการดำเนินงานต่อพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นการจัดสรรเพื่อการใช้สอยพื้นที่ให้เหลือพื้นที่ว่างมากที่สุด ส่งผลให้เกิดร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่มากที่สุดโดยคำนวณจากสูตร (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2544)

$$\text{ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่} = \frac{\text{พื้นที่เหลือหลังการใช้ประโยชน์}}{\text{พื้นที่การใช้ประโยชน์ทั้งหมด}} \times 100$$

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการวางผังของแผนกบรรจุในปัจจุบัน

Efficiency of Layout	Tuna loin	Flake 1	Flake 2	Flake 3
Distance of Movement (m)	47.85	81.37	79.49	47.24
Total Lead Time (s)	548.4	1085.9	1516.8	236.3
% Area utilization		68.34 %		

2) ออกแบบการวางผังแผนกบรรจุใหม่

การออกแบบการวางผังแผนกบรรจุใหม่ จะดำเนินการออกแบบการวางผังภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ตัวอาคารของแผนกบรรจุ เช่น ขยายพื้นที่ของแผนกบรรจุ และ/หรือต่อเติมพื้นที่แผนกบรรจุ แต่จะดำเนินการออกแบบการวางสิ่งอำนวยความสะดวกและพื้นที่การปฏิบัติงานในพื้นที่การดำเนินงานเดิม

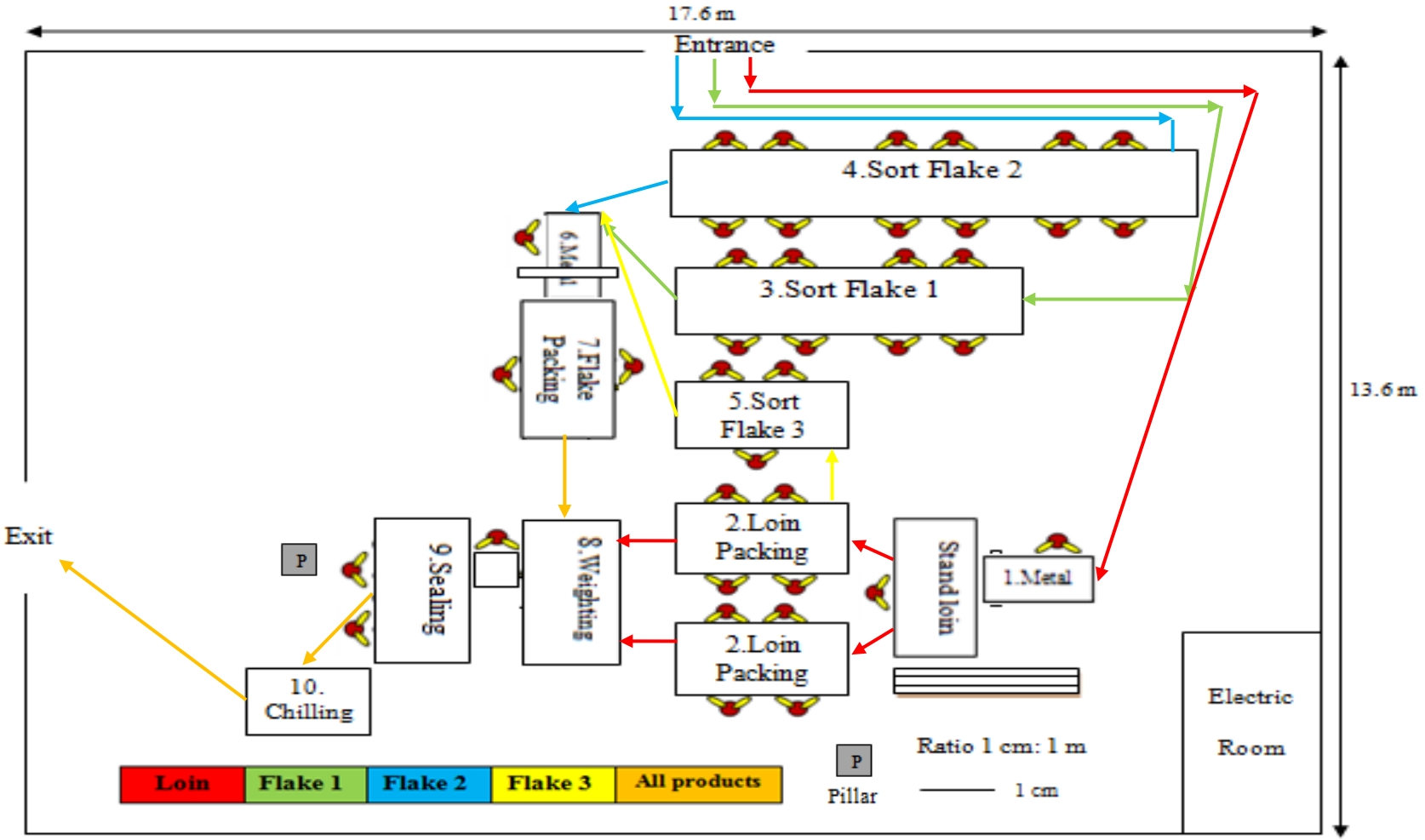
การออกแบบการวางผังแผนกบรรจุจะดำเนินการออกแบบการวางผัง 2 รูปแบบ เพื่อพิจารณาเลือกการวางผังที่เหมาะสม การออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุคำนึงถึงสภาวะดังต่อไปนี้

ก. การไหลเป็นเส้นตรง (I-shape Flow Pattern) โดยการวางผังที่ได้รับการออกแบบนั้น ต้องมีลักษณะของการไหลในแต่ละขั้นตอนการทำงานของแผนกบรรจุให้มีความเป็นเส้นตรงมากที่สุด เพื่อลดระยะทางการเคลื่อนที่ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

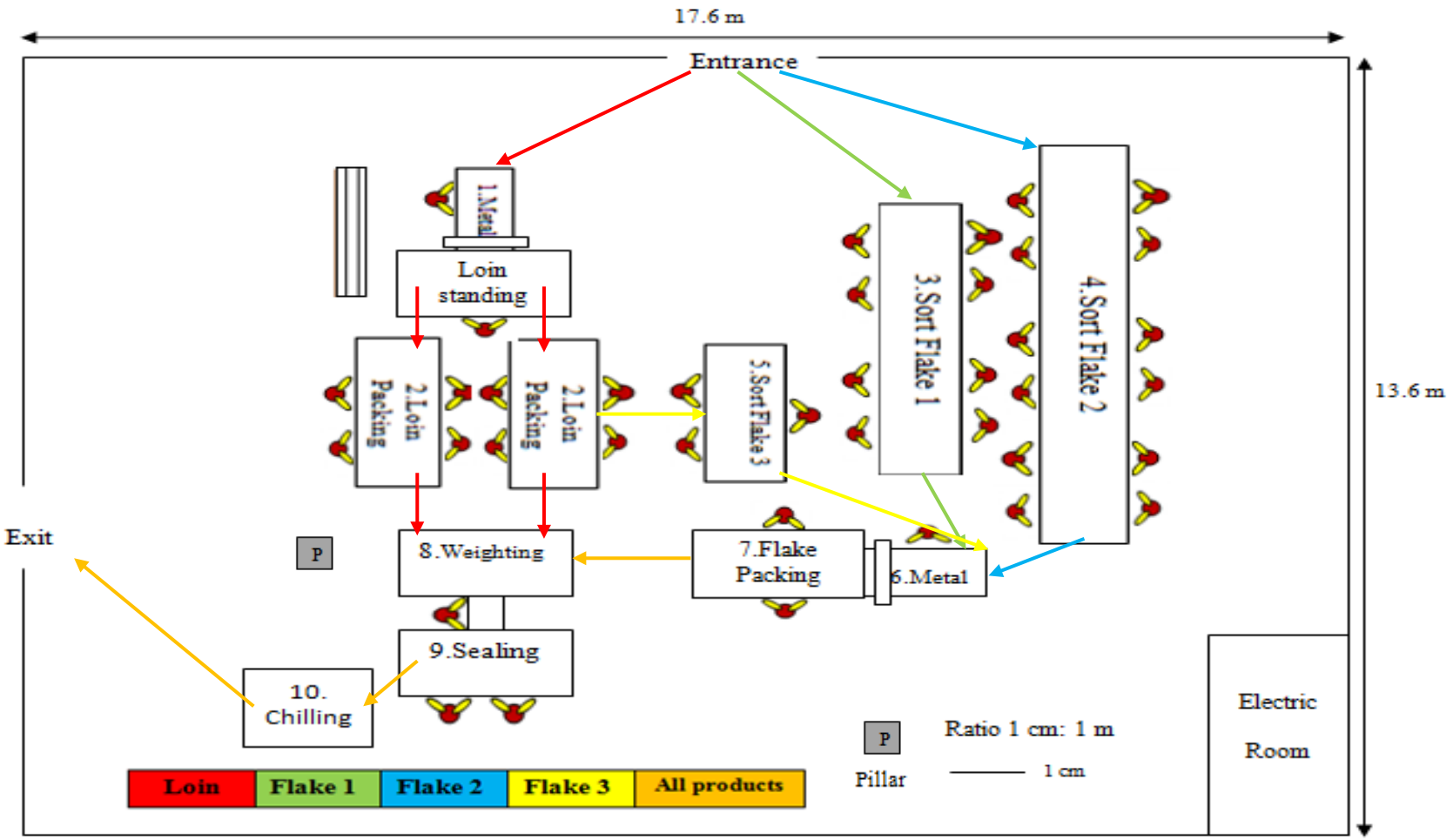
ข. ระยะทางการเคลื่อนที่น้อยที่สุดโดยการออกแบบการวางผังจะต้องมีกระบวนการไหลของวัสดุ และ/หรือแรงงานที่มีระยะทางการเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด

ค. กิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กันต้องอยู่ใกล้กันเพื่อลดระยะทางการเคลื่อนที่ และความซับซ้อนของกระบวนการไหลของวัสดุ และ/หรือแรงงาน

ผลจากการออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุทั้ง 2 รูปแบบโดยพิจารณาจากสภาวะดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 28 และ 29



ภาพที่ 28. การวางผังใหม่รูปแบบที่ 1 ของแผนกบรรจุ



ภาพที่ 29. การวางผังใหม่รูปแบบที่ 2 ของแผนกบรรจุ

4) ประเมินเพื่อคัดเลือกการวางผังแผนกบรรจุ

จากการออกแบบการวางผังแผนกบรรจุใหม่ทั้ง 2 รูปแบบ จะถูกนำมาประเมินเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางผังด้วยตัวชี้วัดที่กำหนด เพื่อที่จะเลือกการวางผังของแผนกบรรจุที่เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา ผลการประเมินประสิทธิภาพการวางผังทั้ง 2 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 21 และ 22 พบว่า การออกแบบการวางผังแผนกบรรจุในรูปแบบที่ 2 ถูกเลือกนำมาใช้ในการวางผังแก่โรงงานกรณีศึกษา เนื่องจาก ระยะทางการเคลื่อนที่ในการวางผังรูปแบบที่ 2 ใช้ระยะทางน้อยกว่ารูปแบบที่ 1 ทุกผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลดระยะทางที่ไม่จำเป็นในการับวัตถุดิบรับเข้า นอกจากนี้ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการแต่ละผลิตภัณฑ์ของการวางผังแผนกบรรจุในรูปแบบที่ 2 ใช้เวลาน้อยกว่าการวางผังในรูปแบบที่ 1 อีกด้วย ถึงแม้ว่า ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในการวางผังรูปแบบที่ 1 มากกว่าการวางผังรูปแบบที่ 2 ซึ่งร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อกำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุ อีกทั้งร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ทั้ง 2 รูปแบบมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 21. ประสิทธิภาพของการวางผังรูปแบบที่ 1

Efficiency of Layout	Layout Model 1			
	Tuna loin	Flake 1	Flake 2	Flake 3
Distance of Movement (m)	44.5	34.17	30.69	24.33
Total lead time (s)	513.83	866.8	1361	192.8
% Area utilization	76.96 %			

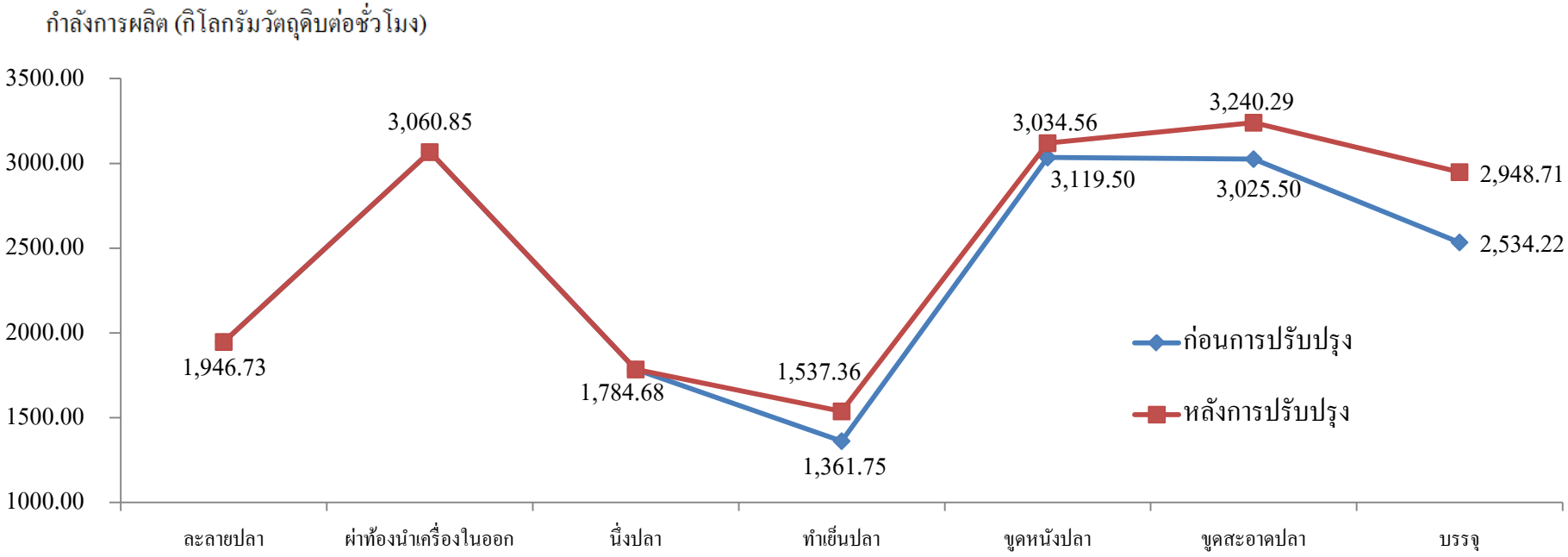
ตารางที่ 22. ประสิทธิภาพของการวางผังรูปแบบที่ 2

	Layout Model 2			
Efficiency of Layout	Tuna loin	Flake 1	Flake 2	Flake 3
Distance of movement (m)	17.6	21.86	24.09	22.35
Total lead time (s)	503.28	856.1	1354	188.6
% Area utilization	72.37 %			

จากผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของขั้นตอนการบรรจุด้วยการออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุใหม่ พบว่า ระยะทางการเคลื่อนที่ในการไหลของชิ้นลอยด์ เศษปลาชนิดที่ 1 เศษปลาชนิดที่ 2 และเศษปลาชนิดที่ 3 ลดลงร้อยละ 63.28%, 73.13%, 69.69%, 52.69% ตามลำดับ และเวลาที่ใช้ในกระบวนการลดลงร้อยละ 8.23%, 21.16%, 10.73% และ 20.16% ตามลำดับ นอกจากนี้ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 68.34 เป็นร้อยละ 72.37 ซึ่งผลจากการออกแบบการวางผังสามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุจากเดิม 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,948.71 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง คิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น 760,406.77 บาทต่อปี

2.2.2 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ขั้นตอนการผลิตที่ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพ ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา และขั้นตอนการบรรจุ ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต พบว่า ขั้นตอนการทำเย็นปลามีกำลังการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 1,537.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 175.46 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงขั้นตอนการบรรจุมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,948.71 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง นอกจากนี้การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาส่งผลให้เพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเดิมร้อยละ 51.42 เป็นร้อยละ 55.10 ซึ่งได้ตามเป้าหมายที่กำหนด และมีกำลังการผลิตของขั้นตอนการขูดหนังเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,034.56 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 3,119.50 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง และขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,025.50 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 3,240.29 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงซึ่งสามารถแสดงการเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนจากกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ย ดังแสดงในภาพที่ 30 จากผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มจากเดิมร้อยละ 78.17 เป็นร้อยละ 82.32 เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.15 เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบขนาดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ลดลง 15, 13, 10, 9 และ 8 นาทีต่อรอบการผลิต ตามลำดับและคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้นรวม 1,632,171.33 บาทต่อปี



ภาพที่ 30. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อน และหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

2.2.2 ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงทรัพยากร เช่น การเพิ่มหรือลด เครื่องจักร และจำนวนพนักงาน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ เป็นต้น ขั้นตอนการผลิตที่ต้องได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพแยกตามแผนกในโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ แผนกเตรียมวัตถุดิบปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการทำเย็นปลา และแผนกบรรจุปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการบรรจุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.2.1 การทำเย็นปลา

การทำเย็นปลาเป็นขั้นตอนการผลิตที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิตซึ่งมีกำลังการผลิตต่ำที่สุด ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อกำลังการผลิต คือ อุณหภูมิน้ำของการทำเย็นปลา โดยน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำสามารถเพิ่มอัตราการการแลกเปลี่ยนความร้อนสูงที่จะทำให้อุณหภูมิตัวปลาลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาน้อยลง และมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการทำเย็นปลาด้วยระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange System) โดยนำน้ำที่ใช้ในการทำเย็นปลาป้อนเข้าสู่ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Multi Tube Circuits) ที่ขดไปมาซึ่งวางอยู่ในบ่อพักน้ำของขั้นตอนการละลายปลาที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิน้ำทั้งสองแหล่ง ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำในขั้นตอนการทำเย็นปลาลดลงลง ในขณะที่อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการละลายเพิ่มขึ้น โดยในที่นี้จะมุ่งเน้นการศึกษาระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยหลักการคำนวณอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) นำไปประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเพื่อการออกแบบระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนในอนาคต และการลงทุนในการสร้างระบบแลกเปลี่ยนความร้อน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบัน

การศึกษาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบันเป็นการคำนวณหาความร้อนที่ออกจากตัวปลาภายหลังขั้นตอนการทำเย็นปลา ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อศึกษาปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบัน โดยกำหนดค่า

ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบ ค่าความจุความร้อน อุณหภูมิปลาเริ่มต้นหรืออุณหภูมิใจกลางปลาก่อนการทำเย็นปลา และอุณหภูมิปลาสุดท้ายหรืออุณหภูมิใจกลางปลาหลังการทำเย็นปลา ดังแสดงในตารางที่ 24 แล้วนำไปคำนวณด้วยหลักของอุณหพลศาสตร์ คำนวณจากสูตร

$$Q = mc\Delta t \qquad (1)$$

โดยที่ Q = ปริมาณความร้อน (กิโลจูล)

m = ปริมาณ หรือมวลของสาร (กิโลกรัม)

c = ค่าความจุความร้อน (กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเคลวิน)

Δt = ผลต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้าย (องศาเซลเซียส)

ตารางที่ 23. ค่าตัวแปรในการคำนวณค่าความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบัน

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	หน่วย
ปริมาณวัตถุดิบ	27,000	กิโลกรัมต่อวัน
ความจุความร้อน	3.18	กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเคลวิน
อุณหภูมิปลาเริ่มต้น	65.00	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิปลาสุดท้าย	35.00	องศาเซลเซียส

จากค่าตัวแปรที่กำหนดข้างต้นเมื่อนำมาคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบันด้วยหลักของอุณหพลศาสตร์ พบว่า ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาอยู่ที่ 772,740.00 กิโลจูลต่อวัน ซึ่งจะนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าพลังงานความร้อนภายหลังการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อหาค่าพลังงานความร้อนที่ได้เพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการนำความร้อนออกจากตัวปลาต่อกิโลกรัม โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาต่อปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละวัน พบว่า ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้อยู่ที่ 28.62 กิโลจูลต่อกิโลกรัม เพื่อใช้ในการคำนวณกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น

2) ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน

การหาค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน จะต้องหาค่าอุณหภูมิของน้ำหลังการทำเย็นปลาในปัจจุบันเพื่อนำค่าอุณหภูมิที่ได้ไปคำนวณค่าพลังความร้อนที่ใช้หลังการแลกเปลี่ยนความร้อน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. คำนวณค่าอุณหภูมิของน้ำหลังการทำเย็นปลาในปัจจุบัน โดยอุณหภูมิของน้ำที่เข้าสู่ขั้นตอนการทำเย็นปลามีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นอยู่ที่ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งจะต้องคำนวณหาอุณหภูมิของน้ำภายหลังผ่านขั้นตอนการทำเย็นปลาด้วยหลักการคำนวณอุณหพลศาสตร์จากสูตร (1) โดยกำหนดค่าตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ใช้ ค่าความจุความร้อนของน้ำ และอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น ดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24. ค่าตัวแปรในการคำนวณอุณหภูมิน้ำหลังการทำเย็นปลาในปัจจุบัน

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	หน่วย
ปริมาณน้ำที่ใช้	10,000	กิโลกรัมต่อวัน
ความจุความร้อนของน้ำ	4.20	กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเคลวิน
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น	30.00	องศาเซลเซียส

ผลจากการคำนวณค่าอุณหภูมิของน้ำหลังการทำเย็นปลาในปัจจุบันซึ่งเป็นอุณหภูมิน้ำสุดท้าย พบว่า อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 48.40 องศาเซลเซียส เนื่องจากได้แลกเปลี่ยนความร้อนกับตัวปลา ซึ่งจะนำค่าอุณหภูมิของน้ำนี้ไปคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน

ข. การคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน การแลกเปลี่ยนความร้อนจะเกิดขึ้นภายในบ่อพักของขั้นตอนการละลายปลาที่มีท่อแลกเปลี่ยนความร้อนขดไปมาซึ่งภายในท่อมีน้ำที่จะถูกส่งไปยังขั้นตอนการทำเย็นปลา อุณหภูมิของน้ำในบ่อพักละลายปลา และน้ำในการทำเย็นปลาอยู่ที่ 10 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลต่างของอุณหภูมิทั้งสองอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ได้ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งใช้ในการทำเย็นปลา และนำค่าอุณหภูมิเริ่มต้นนี้มาคำนวณหาค่าพลังงาน

ความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยกำหนดตัวค่าตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ใช้ ค่าความจุความร้อนของน้ำ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น และอุณหภูมิน้ำสุดท้าย ดังแสดงในตารางที่ 25

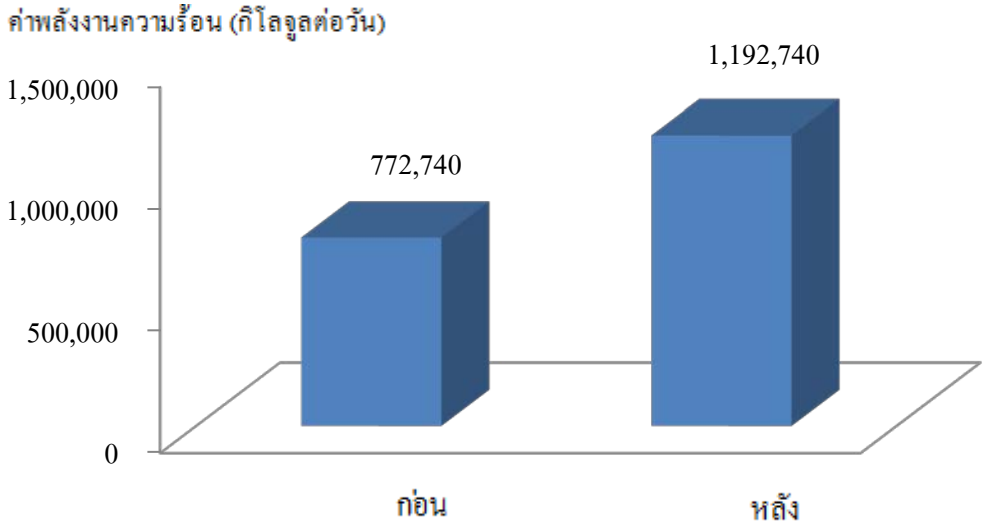
ตารางที่ 25. ค่าตัวแปรในการคำนวณพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อน

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	หน่วย
ปริมาณน้ำที่ใช้	10,000	กิโลกรัมต่อวัน
ความจุความร้อนของน้ำ	4.20	กิโลจูลต่อกิโลกรัมต่อองศาเคลวิน
อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น	20.00	องศาเซลเซียส
อุณหภูมิน้ำสุดท้าย	48.40	องศาเซลเซียส

ผลจากการคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่า ค่าพลังงานความร้อนอยู่ที่ 1,192,740 กิโลจูลต่อวัน

3) เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลา

ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาเป็นค่าความต้องการใช้พลังงานในการนำความร้อนออกจากตัวปลา จากการคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาในปัจจุบันในข้อ 1.1 และค่าพลังงานความร้อนที่หลังการแลกเปลี่ยนความร้อนในข้อ 1.2 มาเปรียบเทียบเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นที่ใช้ในการทำเย็นปลา ดังแสดงในภาพที่ 31



ภาพที่ 31. เปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาก่อน และหลังการใช้ระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน

จากผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลา พบว่า ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาก่อน และหลังการใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ที่ 772,740.00 และ 1,192,740.00 กิโลจูลต่อวัน เพิ่มขึ้น 420,000.00 กิโลจูลต่อวันซึ่งค่าพลังงานความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้จะถูกนำไปประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น

4) กำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นหลังการใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อน

กำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นหลังการใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าปริมาณความร้อนที่ใช้ในการนำความร้อนออกจากตัวปลาต่อกิโลกรัมในข้อ 1.1 ซึ่งอยู่ที่ 28.62 กิโลจูลต่อกิโลกรัม กับค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำเย็นปลาหลังการใช้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนในข้อ 1.3 ซึ่งอยู่ที่ 420,000 กิโลจูลต่อวันพบว่า กำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 14,675.05 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อวันหรือ 1,048.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง

นอกจากนี้ระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนยังส่งผลให้ขั้นตอนการละลายได้มีกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้ความเย็นของน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำของขั้นตอนการละลายปลาไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำในขั้นตอนการทำเย็นปลาที่มีอุณหภูมิสูงส่งผลให้อุณหภูมิน้ำในขั้นตอนการทำเย็นปลาต่ำลงในขณะที่อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในขั้นตอนการละลายเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิน้ำ

ในการละลายปลาทำให้ใช้ระยะเวลาของการละลายปลาน้อยลง ด้วยหลักการคำนวณอุณหพลศาสตร์เดียวกันนี้ทำให้ขั้นตอนการละลายมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 13,757.86 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อวัน หรือ 982.71 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง

จากผลการประเมินกำลังการผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นภายหลังการใช้ระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการละลายปลาจากเดิม 1,946.73 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,929.44 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงและขั้นตอนการทำเย็นปลาเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 2,409.97 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น 3,725,862.94 บาทต่อปี

5) การลงทุนในการสร้างระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน

การสร้างระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนมีการลงทุนในด้านวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้งโดยประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยประมาณ

การลงทุน	ราคา (บาท)
ชุด Plate Heat Exchangers	250,000
ชุดกรองปลา	50,000
Buffer Tank	40,000
ค่าติดตั้งระบบ	200,000
รวม	540,000

จากการประมาณเงินลงทุนในการสร้างระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการทำเย็นปลาต้องใช้เงินลงทุนประมาณ 540,000 บาท ซึ่งมีระยะเวลาของการคืนทุน ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาของการคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน (บาท)}}{\text{มูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น (บาทต่อปี)}}$$

$$= \frac{540{,}000 \text{ บาท}}{3{,}725{,}862.94 \text{ บาทต่อปี}} = 0.14 \text{ ปี}$$

2.2.2.2 การบรรจุ

ขั้นตอนการบรรจุเป็นขั้นตอนที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของขั้นตอนการบรรจุด้วยการออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุไปแล้วในการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ แต่ยังไม่สามารถได้กำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุตามกำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา โดยในที่นี้จะเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของขั้นตอนการบรรจุ ด้วยการศึกษาการทำงานโดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุ เพื่อให้ได้กำลังการผลิตตามกำลังการผลิตเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ศึกษาวิธีการทำงานของขั้นตอนการบรรจุในปัจจุบัน

ขั้นตอนการบรรจุของโรงงานกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขั้นตอนการบรรจุชิ้นลอยด์ และขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ซึ่งในที่นี้จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ในปัจจุบันมีพนักงานในการบรรจุเศษปลาจำนวน 2 คน ขั้นตอนการบรรจุเศษปลาเริ่มจากการนำเศษปลาที่ผ่านการตรวจจับโลหะมาเทลงบนโต๊ะ โดยถาดเศษปลาที่ผ่านการตรวจจับโลหะจะถูกเทลงบนโต๊ะทีละถาดจนได้ปริมาณเศษปลาจำนวนหนึ่ง ซึ่งในขณะที่พนักงานคนที่สองรองานจนเสร็จสิ้นการเทเศษปลาลงบนโต๊ะ ต่อมาเมื่อได้ปริมาณเศษปลาจำนวนหนึ่งจึงหยุดการตรวจจับโลหะเพื่อดำเนินการบรรจุเศษปลาลงถุงบรรจุ โดยพนักงานคนแรกตักเศษปลาในขณะที่พนักงานคนที่สองพยุงถุงบรรจุ เมื่อเศษปลาถูกบรรจุหมดก็จะเริ่มตรวจจับโลหะเพื่อดำเนินการบรรจุเศษปลาอีกครั้ง ลักษณะการบรรจุเศษปลา ดังแสดงในภาพที่ 32 วิธีการทำงานของพนักงานที่ไม่เหมาะสม และการรองานของพนักงานส่งผลทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการในปริมาณมาก เนื่องจากอัตราการบรรจุเศษปลาต่ำกว่าอัตราการทำงานของเครื่องตรวจจับโลหะ ปัจจุบันอัตราการบรรจุเศษปลาอยู่ที่ 208.4 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพเครื่องตรวจจับโลหะอยู่ที่ 302.01 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง ซึ่งจะต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราการบรรจุให้มากขึ้น

ภาพที่ 32. ขั้นตอนการบรรจุเศษปลาในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

2) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของขั้นตอนการบรรจุเศษปลา

การปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุเศษปลา ในที่นี้จะเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง โดยการนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการบรรจุเศษปลา อุปกรณ์ในการบรรจุเศษปลามุ่งเน้นการออกแบบ ดังนี้

ก. อัตราการบรรจุเพิ่มมากขึ้น โดยต้องออกแบบอุปกรณ์ให้มีอัตราการบรรจุเศษปลาใกล้เคียงกับประสิทธิภาพของเครื่องตรวจจับโลหะ เพื่อลดงานระหว่างกระบวนการของขั้นตอนการบรรจุ

ข. ลดขั้นตอนการทำงาน โดยลดขั้นตอนการทำงานของการบรรจุเศษปลาที่ไม่จำเป็น ในลดขั้นตอนการเทปลาลงบนโต๊ะ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลทำให้เกิดการรองานของพนักงาน และเพิ่มงานระหว่างกระบวนการ

ค. ง่ายต่อการใช้งานของพนักงาน โดยอุปกรณ์การบรรจุเศษปลาที่ออกแบบจะต้องเป็นอุปกรณ์อย่างง่าย ไม่ซับซ้อนในการใช้งาน และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม

การออกแบบอุปกรณ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบรรจุเศษปลาตามการพิจารณาข้างต้น สามารถออกแบบอุปกรณ์ได้ดังภาพที่ 33

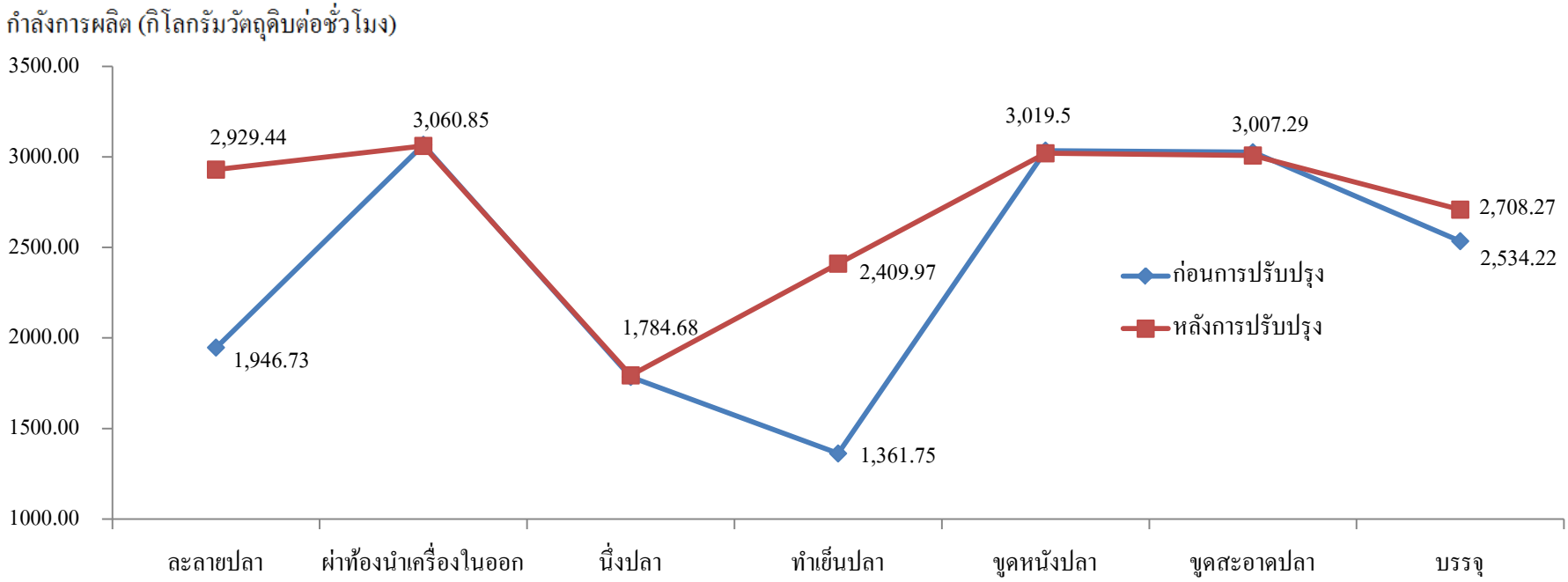
ภาพที่ 33. อุปกรณ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบรรจุเศษปลา และวิธีการบรรจุเศษปลาด้วยอุปกรณ์

3) ประเมินประสิทธิภาพก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลา

ภายหลังการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลา พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการบรรจุเศษปลาได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 208.4 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง เป็น 281.5 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 73.1 กิโลกรัมเนื้อต่อชั่วโมง นอกจากนี้อุปกรณ์ดังกล่าวยังสามารถลดจำนวนแรงงานจากเดิม 2 คน เป็น 1 คน ซึ่งแรงงานที่ปรับลดจะถูกนำไปเป็นแรงงานในขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลที่ได้กล่าวไปแล้วในการปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลา จากผลการออกแบบอุปกรณ์มาประยุกต์การบรรจุเศษปลาส่งผลให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุเพิ่มขึ้น 174.05 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้น 543,036 บาทต่อปี ใช้เงินลงทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ทั้งสิ้น 4,500 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.1 เดือน

2.2.2.3 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

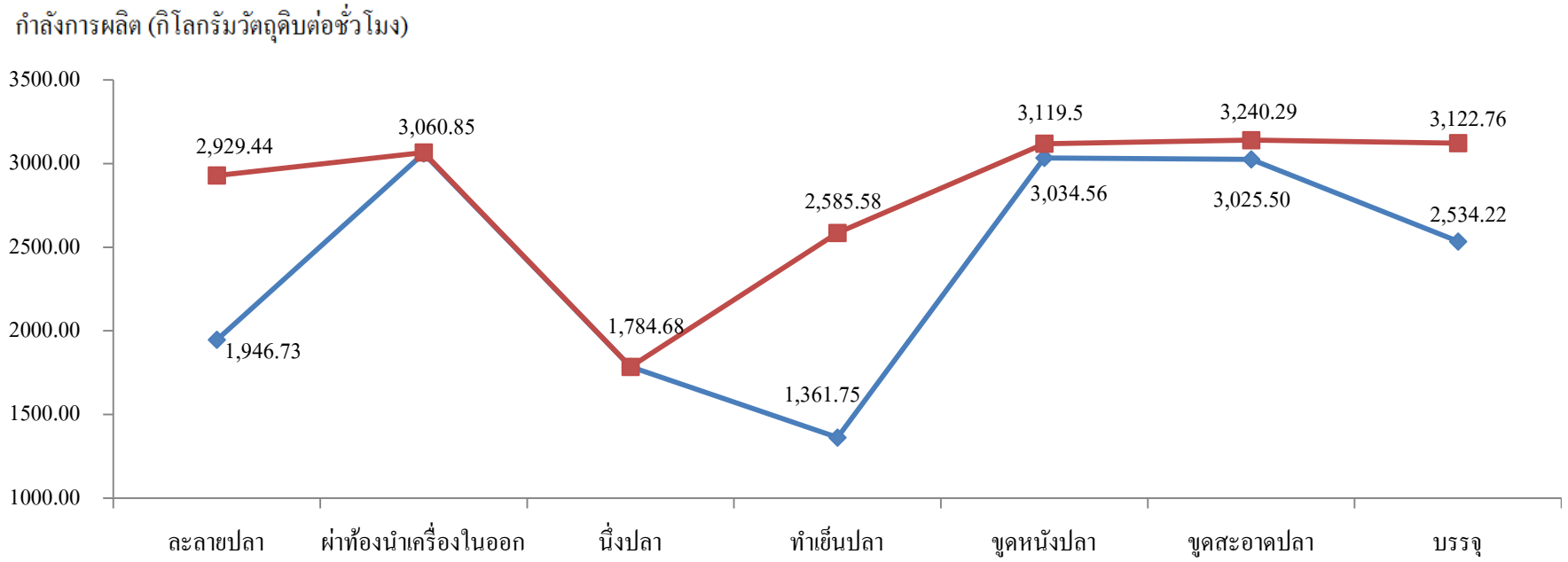
การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง ขั้นตอนการผลิตที่ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพ ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา และขั้นตอนการบรรจุ ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต พบว่า สามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการละลายปลา และขั้นตอนการทำเย็นปลา จากเดิม 1,946.73 และ 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,929.44 และ 2,409.87 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการลดระยะเวลาที่ใช้ในการละลาย และการทำเย็นปลา ด้วยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิน้ำของทั้งสองขั้นตอน นอกจากนี้ ขั้นตอนการบรรจุมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,708.27 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง อันเป็นผลมากจากการเพิ่มอัตราการผลิตของการบรจุเศษปลาด้วยการออกแบบเครื่องมือช่วยบรรจุ ซึ่งสามารถแสดงการเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนจากกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ย ดังแสดงในภาพที่ 34 จากผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มจากเดิมร้อยละ 78.16 เป็นร้อยละ 88.30 เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.14 เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบขนาดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ลดลง 20, 18, 13, 15 และ 10 นาทีต่อรอบการผลิต ตามลำดับ คิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้นรวม 3,818,898.94 บาทต่อปี



ภาพที่ 34. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อน และหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

2.2.3 สรุปผลการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

จากการดำเนินงานปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ประกอบด้วย 2 แนวทาง ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ มีขั้นตอนการผลิตที่ได้รับการปรับปรุง ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา กระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลา และขั้นตอนการบรรจุ การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง มีขั้นตอนที่ได้รับการปรับปรุง ได้แก่ ขั้นตอนการทำเย็นปลา และขั้นตอนการบรรจุ ซึ่งผลจากการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยใช้แนวทางทั้งสองสามารถเพิ่มกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยขั้นตอนการละลายปลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 1,946.73 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,929.44 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 2,585.58 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงขั้นตอนการขูดหนังปลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,034.56 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 3,119.50 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง ขั้นตอนการขูดสะอาดชิ้นปลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,025.50 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 3,240.29 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงและขั้นตอนการบรรจุเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 3,122.76 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงซึ่งสามารถแสดงการเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนจากกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยดังแสดงในภาพที่ 35 จากผลการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 78.17 เป็นร้อยละ 89.91 เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.74 เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบขนาดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ลดลง 35, 31, 27, 23 และ 18 นาทีต่อรอบการผลิต ตามลำดับ และคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้นรวม 5,451,070.27 บาทต่อปี



ภาพที่ 35. เปรียบเทียบกราฟกำลังการผลิตเฉลี่ยก่อน และหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และทรัพยากที่เปลี่ยนแปลง

3. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการดำเนินงานในกระบวนการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดประสิทธิภาพของการจัดการการทำงานในสายการผลิตอย่างเหมาะสม เช่น การใช้กำลังคน ปริมาณผลผลิตที่ได้ เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานในการสร้าง และแสดงผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในที่นี้เป็นการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel ภายใต้เงื่อนไขอัตราการผลิตคงที่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบ และจำนวนพนักงาน มีขั้นตอนการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ดังนี้

3.1 ข้อมูลในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

การสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานในการสร้างและแสดงผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ได้แก่ กำลังการผลิต ร้อยละผลผลิตที่ได้ จำนวนพนักงาน อัตราการทำงาน และเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาด เป็นต้น ในที่นี้ได้นำข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวจากการสำรวจสภาพปัจจุบันในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นของโรงงานกรณีศึกษา มาใช้ในการสร้างและออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น

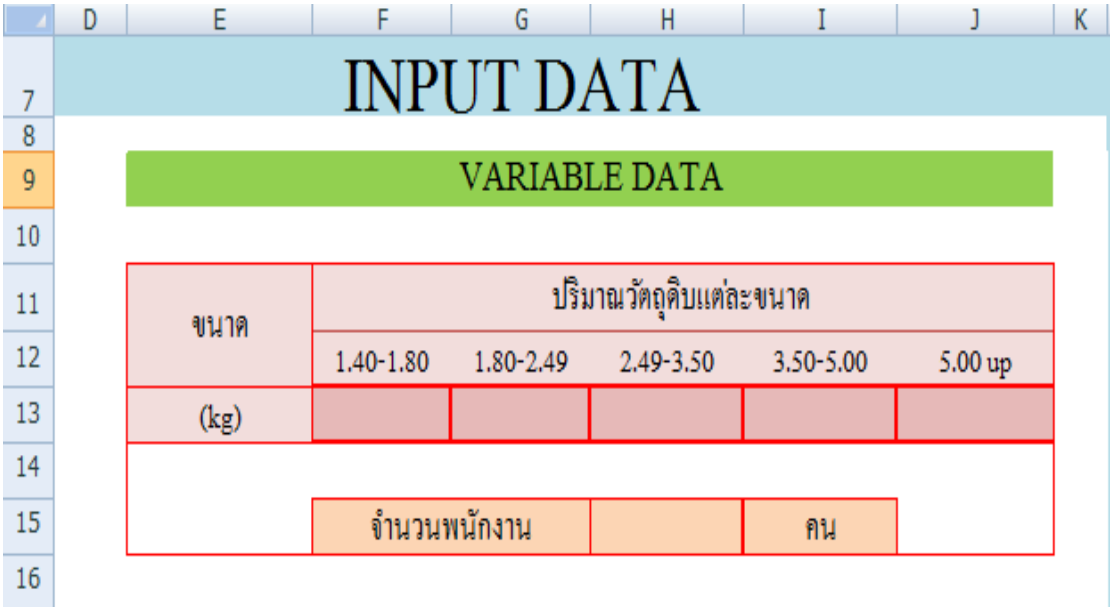
3.2 ออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

การสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยการเชื่อมโยงข้อมูลพื้นฐานด้วยสูตรการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผล การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลนำเข้า และข้อมูลแสดงผล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลนำเข้า

เป็นข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และการแสดงผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งจะแบ่งข้อมูลนำเข้าออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลแปรผัน และข้อมูลถาวร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ข้อมูลแปรผัน (Variable Data) เป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลต่อข้อมูลแสดงผล ในที่นี้ได้กำหนดเงื่อนไขในการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นซึ่งมีข้อมูลแปรผัน ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบในแต่ละขนาด และจำนวนพนักงานในสายการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 36



ภาพที่ 36. รูปแบบของข้อมูลแปผันในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2) ข้อมูลถาวร (Fix Data) เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ถูกกำหนดไว้ที่ได้จากการสำรวจสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจการดำเนินงานของสายการผลิต ได้แก่ กำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาด อัตราการทำงานในขั้นตอนการผลิตที่ใช้แรงงาน และร้อยละผลผลิตที่ได้ของวัตถุดิบแต่ละขนาด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลถาวรสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในสายการผลิต

เพื่อความเหมาะสม และความถูกต้องในการแสดงผลของระบบการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 37

FIXED DATA

ขั้นตอนการผลิต	กำลังการผลิตแต่ละขนาด (kg.rm/hr)				
	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
Thawing					
Butcherung					
Pre-cooking					
Cooling					
Skinning					
Cleaning					
Packing					

ขั้นตอนการผลิต	อัตราการทำงาน (kg.meat/hr)				
	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
Butchering					
Skinning					
Cleaning					
Packing					

ขั้นตอนการผลิต	Yield (%)				
	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
Thawing					
Butcherung					
Pre-cooking					
Cooling					
Skinning					
Cleaning					
Packing (loin)					
Packing (Flake)					

ภาพที่ 37. รูปแบบของข้อมูลถาวรในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

3.2.2 ข้อมูลแสดงผล

เป็นข้อมูลแสดงผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการพิจารณาตัดสินใจในการวางแผนการดำเนินงานของสายการผลิต โดยแบ่งข้อมูลแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลการแสดงผลขั้นตอนการผลิต และข้อมูลแสดงผลประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ข้อมูลแสดงผลขั้นตอนการผลิต โดยออกแบบให้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบแต่ละขนาดสามารถแสดงข้อมูลผลการดำเนินงาน ได้แก่ กำลังการผลิต ร้อยละผลผลิตที่ได้ น้ำหนักที่ได้ น้ำหนักที่สูญเสีย เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต และจำนวนพนักงานในขั้นตอนการผลิตที่ใช้แรงงานเป็นหลัก เป็นต้น ในที่นี้จะยกตัวอย่างข้อมูลแสดงผลในขั้นตอนการบรรจุ ดังแสดงในภาพที่ 38

	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
10	Packing						
11							
12	ขนาดวัตถุดิบ	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up	หน่วย
13	กำลังการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kg.rm/hr
14	% yield (loin)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	%
15	% yield (Flake)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	%
16	น้ำหนักที่ได้ (loin)	0	0	0	0	0.00	kg
17	น้ำหนักที่ได้ (flake)	0.00	0	0	0	0.00	kg
18	สูญเสียน้ำหนัก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	kg
19	เวลา	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	hr
20	จำนวนพนักงาน	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	labor
21							

ภาพที่ 38. ข้อมูลแสดงผลของขั้นตอนการบรรจุในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2) ข้อมูลแสดงผลประสิทธิภาพ เป็นข้อมูลแสดงผลของการดำเนินงานเพื่อพิจารณาประสิทธิภาพที่ได้หลังการดำเนินการผลิต ได้แก่ เวลารวมที่ใช้ในวัตถุดิบแต่ละขนาด ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล ค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิต และร้อยละผลผลิตที่ได้ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 39

	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
23						
24	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้ในแต่ละขนาด (hr:min)				
25	การผลิต	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
26	Thawing	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
27	Butcherung	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
28	Pre-cooking	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
29	Cooling	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
30	Skinning off	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
31	Cleaning	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
32	Packing	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
33	รวม	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
34						
35	Productive labor					
36	ขนาด	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
37	(%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
38						
39	Efficiency Line Balance					
40	ขนาด	1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
41	(%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
42						
43	Product	Yield (%)				
44		1.40-1.80	1.80-2.49	2.49-3.50	3.50-5.00	5.00 up
45	Loin	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
46	Flake	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
47	รวม	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

ภาพที่ 39. ข้อมูลแสดงผลประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

3.3 เสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

นำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเสนอต่อโรงงานกรณีศึกษา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ในการพิจารณาตัดสินใจในสายการผลิต โดยเบื้องต้นได้นำแผนการผลิตประจำวันมาทดลองป้อนข้อมูลในระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ พบว่า การแสดงผลของระบบมีความสอดคล้อง และใกล้เคียงกับผลการรายงานการผลิตประจำวันภายหลังดำเนินการผลิต อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีฐานข้อมูลที่มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. บทสรุป

ความไม่สมดุลของสายการผลิตอันเนื่องมาจากการเกิดคอขวด และกำลังการผลิตไม่สม่ำเสมอของกระบวนการผลิตเป็นปัญหาสำหรับอุตสาหกรรมทุกชนิดเนื่องจากส่งผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เช่น เกิดงานระหว่างกระบวนการ สายการผลิตขาดความต่อเนื่อง และเกิดการว่างงานของแรงงาน เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดสมดุลสายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษากระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น โดยการสำรวจสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น และเก็บข้อมูลการผลิตในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2554 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพื่อระบุและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นพบว่า มีกำลังการผลิตประมาณ 25 ตันวัตถุดิบต่อวัน ค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 78.17 แรงงานที่ให้ประสิทธิผลอยู่ที่ร้อยละ 51.42 และเวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบขนาดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 อยู่ที่ 9.48, 9.65, 10.18, 11.27 และ 12.33 ชั่วโมงต่อรอบการผลิต ตามลำดับ จากนั้นดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยนำเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพต่างๆ เช่น การปรับปรุงวิธีการทำงาน การปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน การปรับปรุงผังโรงงาน เทคนิคการจัดการเพื่ออนุรักษ์พลังงาน มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต หลังจากนั้นนำหลักการการจัดสมดุลสายการผลิตมาทำให้กำลังการผลิตแต่ละขั้นตอนมีความสอดคล้องกัน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น สามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ (1) คอขวดของกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนการทำเย็นปลา ซึ่งมีกำลังการผลิตต่ำที่สุดในสายการผลิต (2) กำลังการผลิตของขั้นตอนการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมายที่กำหนด ได้แก่ ขั้นตอนการละลายปลา ขั้นตอนการทำเย็นปลา ขั้นตอนการนึ่งปลา และขั้นตอนการบรรจุ โดยโรงงานกรณีศึกษากำหนดกำลังการผลิตเป้าหมายอยู่ที่ 30 ตันวัตถุดิบต่อวัน ในที่นี้ขั้นตอนการนึ่งปลาจะไม่พิจารณาในการปรับปรุงประสิทธิภาพ

เนื่องจากเป็นข้อจำกัดด้านทรัพยากรของโรงงานกรณีศึกษา (3) ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งในปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 51.42 ขณะที่เป้าหมายที่กำหนดไว้อยู่ที่ร้อยละ 55.00 หลังจากนั้นกำหนดแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแยกตามแผนกในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่และการปรับปรุงประสิทธิภาพใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำเย็นปลา และขั้นตอนการบรรจุ จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่า โปรแกรมการทำเย็นปลาไม่เหมาะสม ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการทำเย็นปลานาน จึงดำเนินการเปลี่ยนวิธีการทำงานด้วยการศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา เพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ หลังจากการนำโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ไปประยุกต์ใช้ พบว่า สามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาจากเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 1,537.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 175.46 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง ขั้นตอนการบรรจุมีกำลังการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าเหมาย จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่า การวางผังการทำงานไม่เหมาะสม การดำเนินงานซับซ้อน และระยะทางการเคลื่อนที่มาก จากการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการออกแบบการวางผังของแผนกบรรจุใหม่ พบว่า ระยะทางการเคลื่อนที่ของการไหลสายการบรรจุชิ้นลอยด์ เศษปลาชนิดที่ 1, 2 และ 3 ลดลงร้อยละ 63.28, 73.13, 69.69, 52.69 ตามลำดับ และเวลาที่ใช้ในกระบวนการลดลงร้อยละ 8.23, 21.16, 10.73 และ 20.16 ตามลำดับ นอกจากนี้ร้อยละการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 68.31 เป็นร้อยละ 72.37 ซึ่งผลจากการออกแบบการวางผังสามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุจากเดิม 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,948.71 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เพิ่มขึ้น 414.49 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง

การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง ในขั้นตอนการทำเย็นปลา ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลา โดยนำเทคนิคการจัดการเพื่ออนุรักษ์พลังงานด้วยระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchange System) โดยใช้หลักการคำนวณอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) สามารถเพิ่มกำลังการผลิตของขั้นตอนการละลายปลาจากเดิม 1,946.73 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,929.44 กิโลกรัมวัตถุดิบ

ต่อชั่วโมงและขั้นตอนการทำเย็นปลาเดิม 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงเป็น 2,409.97 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง อย่างไรก็ตามต้องใช้เงินลงทุนในการสร้างระบบแลกเปลี่ยนความร้อนประมาณ 540,000 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.14 ปี การปรับปรุงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบรรจุภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ยังไม่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ตามเป้าหมายที่กำหนด จึงเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงด้วยการศึกษาการทำงาน โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลา ส่งผลให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการบรรจุเพิ่มขึ้น 174.05 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง ลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน อย่างไรก็ตามได้ใช้เงินลงทุนในการสร้างอุปกรณ์ช่วยในการบรรจุ 4,500 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.1 เดือน

นอกจากนี้ ปัญหาร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ พบว่า มีแรงงานที่ไม่ให้ประสิทธิผลเกินความจำเป็นเมื่อเทียบกับภาระงานที่ได้รับ จึงเสนอแนวทางการปรับลดจำนวนแรงงานในขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแล้วนำไปเพิ่มแรงงานในกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาซึ่งเป็นแรงงานที่ให้ประสิทธิผลด้วยการจัดสมดุลแรงงาน สามารถเพิ่มจำนวนแรงงานในกระบวนการขูดสะอาดชิ้นปลาได้ 8 คน ส่งผลให้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเพิ่มจากเดิมร้อยละ 51.42 เป็นร้อยละ 55.10 ซึ่งได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

ภายหลังการนำแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตทั้งภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ และภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลง พบว่า ค่าประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 78.17 เป็นร้อยละ 89.91 เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.74 เวลาทั้งหมดของการผลิตในวัตถุดิบขนาดที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ลดลง 35, 31, 27, 23 และ 18 นาทีต่อรอบการผลิต ตามลำดับ ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลได้ตามเป้าหมายที่กำหนดอยู่ที่ร้อยละ 55.10 และสามารถคิดเป็นมูลค่าที่ได้เพิ่มขึ้นให้กับโรงงานกรณีศึกษา 5,451,070.27 บาทต่อปี

อีกทั้งยังมีการสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงาน ภายใต้เงื่อนไขอัตราการผลิตคงที่ แต่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบ และจำนวนพนักงานโดยนำข้อมูลพื้นฐานจากการสำรวจสภาพปัจจุบันมาใช้ในการออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยการเชื่องโยงสูตรการคำนวณเพื่อแสดงผลของระบบ ผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสามารถแสดงข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิตเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงาน เมื่อมีปริมาณวัตถุดิบ และจำนวน

พนักงานที่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต และจำนวนพนักงาน เพื่อวางแผนกำลังคน และจัดตารางการทำงาน นอกจากนี้ยังแสดงร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผล และค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 การนำแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็นไปปฏิบัติจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องการควบคุม และการตรวจติดตามสถานะของผลการดำเนินงานอย่างจริงจัง เพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุงให้อยู่ต่อไปในระยะยาว

2.2 ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตในกระบวนการผลิตปลาทูน่านึ่งสุกแช่เย็น ตำแหน่งคอขวดในขั้นตอนการทำเย็นปลาจะถูกเปลี่ยนเป็นขั้นตอนการนึ่งปลา ซึ่งจะต้องดำเนินการเพิ่มทรัพยากรให้มีกำลังการผลิตที่สอดคล้องกันในอนาคต

2.3 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่จัดทำขึ้นเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยในการพิจารณาการวางแผนการดำเนินงานในสายการผลิตเท่านั้น ซึ่งต้องอาศัยสภาพความเป็นจริง และข้อจำกัดของกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาร่วมพิจารณาด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการวางแผนในการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

เกียรติขจร โฆมานะสิน. 2550. Lean: วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

กระทรวงพาณิชย์. 2555. การส่งออกอาหารทะเลแปรรูปในประเทศไทย (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www2.moc.go.th/search_result.php (17 มีนาคม 2556)

กรมประมง. 2552. ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตปลาทูน่า. กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. หน้า 29 – 32.

กรมประมง. 2553. รายงานการประเมินการประมงและสัตว์น้ำ 2553. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สมุทรสาคร.

จิตลดาชื้มเจริญ, สุจิตตราแก้วก่ำ, สุกัญญาเพชรแสน, นิศากรสมสุข และสมบัติทีฆทรัพย์. 2550. การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตของโรงงานเครื่องสำอางโดยการปรับปรุงผังโรงงานและการจัดสมดุลสายการผลิต. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. 24 -26 ตุลาคม 2550. หน้า 110 – 114.

ทวิจันทร์ สุนทราจารย์. 2551. Theory of Constraints :ใครคือจุดอ่อน (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www2.ftpi.or.th/dwnld/pworld/pw51/51_productivity (2 กรกฎาคม 2554)

บวร กิติไพศาลนนท์. 2552. อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง:นโยบายอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.oie.go.th/project/tuna/tuna_1%20report.pdf (16 พฤศจิกายน 2554)

บุญเครือ รักษาศีล. 2553. การปรับปรุงสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกบรรจุกระป๋อง. การประชุมวิชาการ ธนบุรีวิจัย ครั้งที่ 3. 17 ตุลาคม 2553.หน้า 407-413.

ปนัดดา อับดุลลา, รัตติญาณ์ฉายาวัฒนะ, วรลักษณ์เสถียรรังสฤษฎ์และอรอุมากอสนาน. 2554. การปรับปรุงวิธีการทำงานในสายการผลิต กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์โฟม. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554. 20-21 ตุลาคม 2554.หน้า 343-346.

เมธัส หีบเงิน. 2549. การพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตโดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานทำตู้น้ำเย็น. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. มาตรฐานการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.acfs.go.th/standard/searchSTD/TN234 (17 มีนาคม 2556)

ยรรยง ศรีสม. 2550. เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อการประยุกต์. ว.วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา: 46-56.

ยอดนภา เกษภาเมือง. 2553. การปรับปรุงสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ซองพลาสติก. การประชุมวิชาการธนบุรีวิจัย ครั้งที่ 3. 17 ตุลาคม 2553. หน้า 107-115.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2550. การศึกษางานอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด. กรุงเทพฯ.

วันชัย ริจิรวนิช. 2548. การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. 2544. การออกแบบและการวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 11. สำนักพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ.

เสรี สมนาแซง. 2553. การวางแผนและควบคุมการผลิต. ว.วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา. 19 : 36-44.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการนำเข้าหมวดประมง. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.idis.ru.ac.th/report.php (5 ตุลาคม 2554)

สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย. 2555. วิกฤตอุตสาหกรรมทูน่าที่ต้องจับตามอง (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.tffa.co.th/newsletter_february_2011/pdf (17 มีนาคม 2556)

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล. 2542. การศึกษาความเคลื่อนไหว และเวลา. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. กรุงเทพฯ.

อัจฉริยา เชื้อช่วยชู. 2544. การผลิตโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตจากหัว และเครื่องในปลาทูน่าพันธุ์โอแถบ *(Katsuwonas pelamis)* โดยวิธีการใช้เอนไซม์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Averkamp, H. 2005. “What is theoretical capacity” (Online). Available http://blog.Accounting coach.com/whatis theoretical capacity (5 October 2012).

Barnes, R. M. 1980. Design and Measurement of Work.7th Ed, John Wiley & Son Inc. New York.

Bratt, L., Garthwaite, T., and Gaze, J. 2009. Fish Canning Handbook 1st Ed, Wiley – Blackwell. UK.

Chaverri, R.L. 1999. Development of environmental performance indicators: The case of fish canning plants. International Multi Conference of Engineers.Lund University. Sweden.

David, C. D., Frank, G. and Gorger, J. 2005. Effect of productive labor and non-productive labor to ability of industry management.Journal of operational research. 58(2): pp 448-459

Goldratt, M. E. 2010. Theory of Constraints Handbook. New York. : The Mc Graw-Hill Company. UK.

Henry, C. 2007. Facility Design and Layout.John Wiley & Sons Inc. New York.

Hapaz, B. H. 2008. Productivity Improvement Through Line Balancing. B.Eng. Project. University of Malaysia

International Labor Officer. 1970. Introduction to Work Study. 3rd Ed, Press Inc. Geneva.

Imaoka, Z. 2008."Understand Supply Chain Management through 100 words (Online). Available http://www.businessdictionary/research/bottlenet/guru/482.php (5 October 2012).

Investopedia™. 2012. Definition of Capacity (Online). Available http://www.investopedia.com/terms/c/capacity.asp#axzz249bx9e.htm (21 August 2012)

Journy, D., Bany, J., and Deff, S. 2007. Capacity Planning and Managing.Barron's Educational Series Inc. New York.

Kaebernick, H., Bazargan, M. and Arndt, G. 2007.An integrated approach to the design of cellular manufacturing. Journal of Engineering Science and Technology: Research and Applications. vol. 45, pp. 421-425.

Li, L. C., Ni, Q. J., Xiao, G. and Biller, S. 2007. Bottleneck detection of manufacturing system using data driven method. In Proceedings of the 2007 International Symposium on Assembly and Manufacturing. Ann Arbor. Michigan. USA. 22 – 25 July 2007. pp. 76 – 81.

Lixin, M., Yunqi, G., and Danting, L. 2010. Production line improvement based on machining process. Journal of Industrial Engineering :Research and Applications. Vol. 25, pp. 1173-1175.

Masood, S. 2006. Line balancing and simulation of an automated production transfer line. Journal of Industrial Engineering : Assembly automation. 26 (1): 69 – 74

Murray, M. 2012. Measuring capacity in manufacturing (Online). Available http:// logistics .about.com/od/strategic supply chain/ a/ Measuring Capacity.html(21 August 2012)

Rahman, S. 2002. The theory of constraints' thinking process approach to developing growth strategies in supply chain.University of Australia.

Six Sigma Material. 2008. Lean manufacturing. (Online).Available www.six-sigma-material.com/Lean Manufacturing/edu2_4ac/asx_2007.php (15 July 2011)

Suwatthikul, A. and Kittisupakorn, P. 2010. Design of heat-cold integration system between thawing and cooling of pre-cooking fish processes.Proceedings of the International multi conference of engineer and computer scientists, Hongkong. 17-19 March 2010.

Shumon, H. R., Zaman, K. and Rahman, A. 2010.Productivity improvement through line balancing in apparel industries.Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh. 9 – 10 January 2010. pp. 1021-1032.

Sihombing, H., Rassiah, K. and Chidambaram, P. 2011. Line balancing analysis of tuner product manufacturing. Journal of Engineering Science and Technology : Research and Applications. Vol. 3, pp. 5206-5214

Tompkins, J. A. 2003. Facility Planning.John Wiley & Sons Inc. New Jersey.

Velaction Continuous Improvement™. 2008. Lean Term : Bottlenecks (Capacity Constraints) (Online). Available www.velaction continuous improvement.com/bottleneck/2008_asx.2 /php (2 July 2011).

Zhang, J., Farkas, B. K., and Hale, S. A. 2002. Precooking and cooling of skipjack tuna (*Katsuwonas pelamis*): A numerical simulation. Journal of Industrial Engineering : Research and Applications. Vol. 35, pp. 607-616.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ ก1. มาตรฐานการคัดเลือกคุณภาพปลาในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

ระดับคุณภาพ	1	2	3	4
เหงือก (Gill)	เหงือกแดงสด	แดงคล้ำสีน้ำตาลแดง	เหงือกสีน้ำตาลดำ จนออกสีเหลือง และเริ่มมีกลิ่น	มีกลิ่นรุนแรง กลิ่นเน่า เหงือกมีสีเหลือง
ตา (Eyes)	ใส นูนออก	ตาลึก ขาวขุ่น หรือแดง	ตาลึก ขุ่นมัว แตกที่กลางตา จะมีร่องรอยของเหลว	ตาลึกมาก ขุ่นมัวมาก กลางตาจะมีร่องของเหลวใหญ่
ผิวหนัง (Skin)	ผิวเป็นประกาย สีสด มันวาว	สีผิวออกมัว ๆ	ผิวปกติ ไม่เป็นประกาย มองเห็นโครงสร้างของกล้ามเนื้อในบางส่วน	ผิวถลอกมาก ไม่เป็นประกาย เห็นโครงสร้างกล้ามเนื้อมาก
ท้องและพุง (Belly Cavity)	พื้นท้องเรียบสะอาด ไม่มีเนื้อช้ำ ท้องด้านในค่อนข้างแข็งและแน่น เนื้อเป็นประกาย	พื้นท้องช้ำเล็กน้อย ท้องด้านในค่อนข้างนิ่ม และไม่มีประกาย	เนื้อด้านท้องจะแตกออก เมื่อจับตัวโค้งงอ เนื้อนิ่ม กระดูก ก้าง เริ่มทิ่มออกมานอกเนื้อ เนื้อในนิ่ม	กระดูกก้างเริ่มทะลุออกมานอกเนื้อบริเวณท้องด้านใน เริ่มมีของเหลวแตกออกมา
กลิ่น (Odour)	กลิ่นสดเหมือนปลาที่เพิ่งจับได้ใหม่ ๆ จากทะเล	กลิ่นปกติของตัวปลา	กลิ่นคาวปลาเก่า ๆ เหม็นหืน หรือกลิ่นเหม็น แต่ไม่เปรี้ยวเน่า	กลิ่นเปรี้ยว หรือกลิ่นแปลกปลอมผิดปกติชัดเจน
ความเสียหายของเนื้อปลา (Damage of Fish)	ไม่มีลักษณะของสภาพหัวหรือตัวขาด หรือไม่สมประกอบ	มีลักษณะรอยตัวหรือแผลเล็กน้อย แต่ไม่แยกออกจากกัน	มีลักษณะบางส่วนที่ตัวปลาขาด หรือเนื้อเละโผล่ออกมาด้านนอก	ลักษณะเนื้อนิ่ม
ความแข็งของกล้ามเนื้อ (Texture)	ลักษณะเนื้อแข็งยืดหยุ่นได้	ลักษณะเนื้อแข็งไม่มีความยืดหยุ่น	ลักษณะเนื้อนิ่ม	ลักษณะเนื้อนิ่มมาก ถึงยุ่ยแตก

ตารางผนวกที่ ก2. เวลามาตรฐานของขั้นตอนการละลายปลาโอแถบ

ขนาดของปลา	**เวลาการละลายปลา ณ อุณหภูมิเริ่มต้นใดๆ (ชม : นาที)**			
(กิโลกรัม)	**-8 ^{0} C**	**-7 ^{0} C**	**-6 ^{0} C**	**-5 ^{0} C**
<1.0	0:45	0:40	0:35	0:30
1.0-1.4	1:00	0.55	0:50	0:45
1.4-2.5	1:30	1:20	1:10	1:00
2.4-3.4	1:45	1:35	1:25	1:15
3.4-5.0	2:00	1:50	1:40	1:30
5.0-7.0	2:30	2:20	2:10	2:00
7.0-9.0	3:00	2:50	2:40	2:30
9.0-15	3:30	3:20	3:10	3:00

ตารางผนวกที่ ก3. เวลามาตรฐานของขั้นตอนการนึ่งปลาโอแถบ

ขนาด	เวลาการนึ่งปลา ณ อุณหภูมิเริ่มต้นใดๆ (นาที)																																						
(กิโลกรัม)	-4.1	-3.6	-3.1	-2.6	-2.1	-1.6	-1.1	-0.5	0	0.5	1.1	1.6	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	5	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	8.3	9.9	9.4	10	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	15	15.5
0.5	14	14	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
0.9	20	20	20	20	19	19	19	18	18	18	17	17	17	16	16	16	16	15	15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14	13	13	13	13	13	12	12	12
1.4	27	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	22	21	21	20	20	20	19	19	19	18	18	18	17	17	17	16	16	16	15	15	15	15	14	14
1.6	31	31	31	30	30	29	29	28	28	27	277	26	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	21	20	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17
1.8	35	35	34	33	33	33	32	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	21	20	20	20	19	19
2.1	40	39	39	38	38	37	37	37	36	36	35	35	34	34	33	33	32	32	30	30	29	29	28	28	27	27	26	26	26	25	24	24	23	23	22	22	21
2.3	43	42	42	41	41	40	40	39	39	39	38	38	37	37	35	35	34	34	33	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23
2.5	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	41	40	40	39	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	26	26
2.7	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45	44	43	42	42	41	40	39	38	37	36	35	33	32	32	31	31	30	29	29	28	28
3	57	56	56	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49	48	48	47	46	45	44	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	33	32	31	31	30
3.2	60	59	59	57	56	55	54	54	54	54	54	53	53	52	52	50	50	49	49	48	47	46	45	45	44	44	43	42	41	40	36	35	35	34	33	33	32
3.4	63	62	61	60	59	58	57	56	55	55	55	54	54	54	53	53	52	51	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	36	35	34
3.6	68	67	66	64	63	61	60	59	58	57	56	55	54	54	53	53	52	51	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37	36
3.8	68	67	66	64	63	62	60	60	59	58	57	55	54	54	53	53	52	51	51	50	49	48	47	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36
4.1	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	58	57	56	55	55	54	53	52	51	50	49	48	47	47	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38
4.3	73	71	70	69	68	67	65	64	63	62	61	59	58	57	56	56	55	54	53	52	51	50	49	49	47	47	46	45	44	43	42	42	41	40	39	38	38
4.5	77	75	74	73	71	70	68	67	66	65	64	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	49	48	47	46	45	44	44	43	42	41	40	40
4.8	80	78	77	76	75	74	72	71	70	69	67	66	65	64	63	62	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	49	48	47	46	45	44	43	42	42

ตารางผนวกที่ ก3. (ต่อ)

ขนาด	เวลาการนึ่งปลา ณ อุณหภูมิเริ่มต้นใดๆ (นาที)																																						
(กิโลกรัม)	-4.1	-3.6	-3.1	-2.6	-2.1	-1.6	-1.1	-0.5	0	0.5	1.1	1.6	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	5	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	8.3	9.9	9.4	10	10.5	11.1	11.7	12.2	12.8	13.3	13.9	14.4	15	15.5
5	83	82	81	79	78	76	75	73	72	71	69	68	67	66	65	64	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	51	50	49	48	47	46	45	44	44
5.2	86	84	83	82	81	79	78	76	75	74	72	70	70	69	68	67	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	46
5.4	89	87	86	85	83	82	81	79	78	77	75	74	73	71	70	69	68	67	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	48
5.6	92	90	88	87	86	85	83	81	80	79	77	76	75	73	72	71	70	69	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
5.9	94	92	91	89	88	87	85	83	82	80	79	78	76	75	74	72	71	70	69	67	66	65	64	63	62	61	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
6.2	99	97	95	93	91	90	88	86	85	83	82	80	79	76	76	74	73	72	71	69	68	67	66	64	63	62	61	60	59	58	56	55	54	53	52	51	49
6.4	102	100	98	96	94	92	90	88	87	85	84	82	81	79	78	76	75	74	73	71	70	69	68	66	65	64	63	62	61	60	58	57	56	55	54	53	52
6.6	105	103	101	99	97	95	93	91	90	88	88	85	84	82	81	79	78	77	75	74	73	71	70	69	68	66	65	64	63	62	61	59	58	57	56	55	52
6.8	108	106	104	102	100	98	96	94	93	91	89	88	86	85	83	82	80	79	77	76	75	73	72	71	70	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58	57	55
7	110	108	106	104	102	100	98	96	95	93	91	90	88	87	85	84	82	81	79	78	77	75	74	73	72	70	69	68	67	66	65	63	62	61	60	59	58
7.3	114	112	110	108	106	104	102	100	98	96	95	93	91	90	88	87	85	84	82	81	79	78	77	75	74	73	72	70	69	68	67	65	64	63	62	61	60
7.5	117	115	113	111	109	107	105	103	101	99	98	96	94	93	91	90	88	88	85	84	83	82	81	79	77	75	74	73	71	70	69	67	66	65	64	63	62
7.7	120	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	98	97	95	93	92	90	89	87	86	84	83	81	80	79	77	76	74	73	72	71	69	68	67	66	64	63

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายสุวิชาญ เตียวสกุล

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5311020046

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนทักษะนักอุตสาหกรรมเกษตร จากคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Suvichan Teawsakul[1] Kanya Auckaraaree[2] and Monthira Iadsen[3]2012. Efficiency improvement of tuna processing for layout design in a case study.The 4th KKU International Engineering Conference 2012 (KKU-IENC 2012). Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Thailand, May 10-12, 2012.